أنشاء الكبـــاري

مهندس / محمود حسين المصيلحي
المدير العام (السابق) بشركة المقاولون العرب – مهندس استشاري

الإصدار الأول
عام ٢٠٠٦

وقــل ربي زدني علمــا

أعمال التخطيط للكباري

قبل البدأ في التنفيذ

أعمال التخطيط للكباري قبل التنفيذ

١ – يتحدد مسار الكوبري بشكل مبدئي بواسطة مهندسو التصميم بشكل مبدئي . هذا المسار يحقق كل الأهداف والشروط المطلوبة .

٢ – يتم عمل نقاط ترافيرس علي طول مسار المشروع تكون من أشكال هندسية منتظمة (يفضل أشكال رباعية مرصودة القطرين – مثلثات) يتم تصحيح هذه الأشكال وحساب أحداثيات هذه النقاط سواء كانت مربوطة بأحداثيات الجمهورية أو كانت محلية (نقط خاصة بالمشروع فقط) . يتم عمل ميزانية دقيقة لكل نقاط الترافيرسات لحساب مناسيبها بالنسبة لمنسوب سطح البحر وذلك بعمل روبير عند بداية المشروع وروبير آخر عند نهاية المشروع لعمل ربط دقيق للمناسيب – شكل (١) .

٣ – يتم عمل رفع مساحي دقيق لمسار المشروع بالكامل بعرض المشروع بالأضافة الي مسافة أضافية كافية علي يمين ويسار المشروع تقدر بحوالي ٥٠ متر (إن أمكن) مبينا كل التفاصيل الموجودة بالطبيعة مثل خطوط التنظيم – البردورات – الأرصفة – بالوعات الصرف الصحي – أعمدة الأنارة – محابس المياه ... أي كل ما تشاهد العين بالنسبة الي نقاط الترافيرس السابق تثبيتها وحسابها . بذلك نكون قد أنتجنا خريطة كاملة لمسار المشروع بالعرض الكافي مع كافة التفاصيل وبطول يزيد عن مسار المشروع يوضح جميع مداخل ومخارج المنطقة المدية للمشروع .

٤ – تعمل قطاعات ميزانية علي مسار المشروع تترجم الي ميزانية شبكية يتم توقيعها علي الخريطة السابق عملها من قبل وبذلك نكون قد حصلنا علي لوحة دقيقة لمسار المشروع موضحا عليها (X , Y , Z) لجميع التفاصيل الموجودة في هذه الخريطة مع تزويدها بجدول يبين نقاط الترافرس .

٥ – في حالة تنفيذ الكوبري علي موانع مائية (نهر أو ترعة) يتم عمل قطاعات ميزانية تبين المناسيب للقطاع المائي في المنطقة المراد أنشاء الكوبري فيها ويمكن عملها بالطرق التقليدية أو بالطريقة الحديثة باستخدام جهاز Echo Sounder .

٦ – ترسل هذه اللوحات الي المكتب الأستشاري بجانب جميع القطاعات الطولية التي تمت علي مسار المشروعموضحا أماكنها بكل دقة ، كما ترسل أيضا القطاعات المائية (أذا كانت هناك عوائق مائية) وذلك لعمل التصميمات اللازمة .

٧ – يتم عمل المسار النهائي لمسار الكوبري كما يتم عمل التخطيط لهذا المسار في الطبيعة وتحديد أماكن المحاور بدقة تامة ، تدرس العناصر التالية :

* مدي توافق هذه المحاور مع الطبيعة .
* عمل الجسات الأستكشافية ورفع جميع المرافق الموجودة في أماكن المحاور .
* تحديد أماكن الجسات العميقة لبيان نوع التربة في أماكن التأسيس .

الأعمال المساحية لأساسات الكباري :

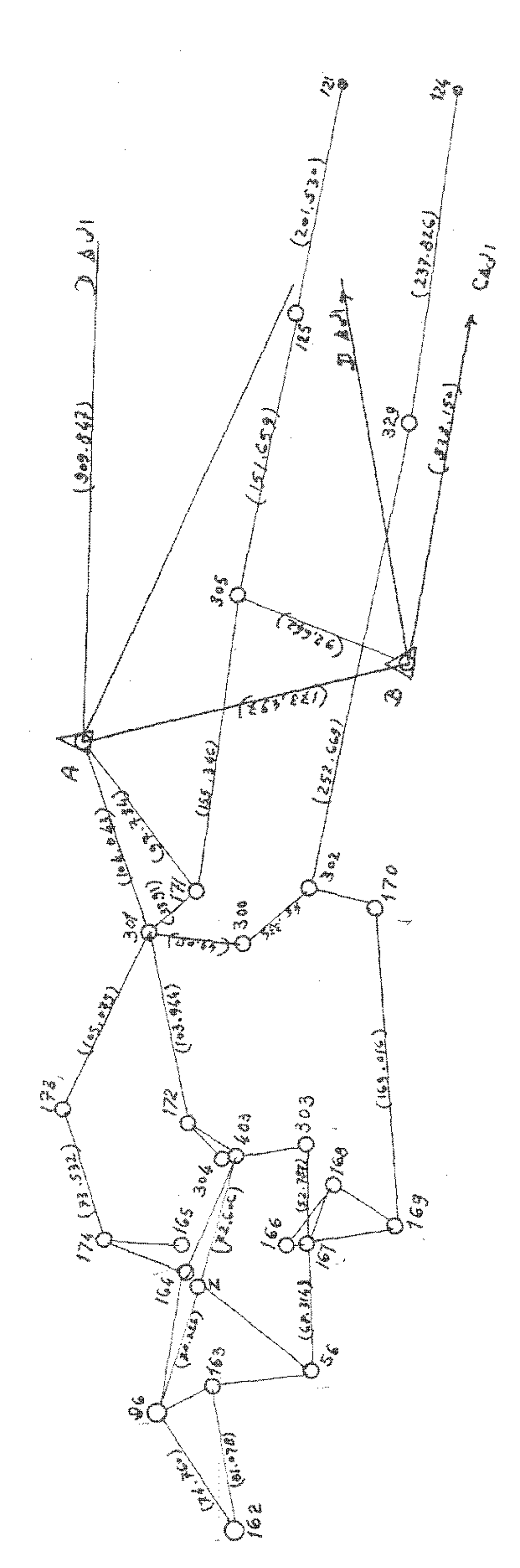
أولا : الأساسات المنشأة علي الأرض :

الأساسات السطحية Shallow Foundations – Strip Footing :

١ – يتم تحديد المحور المطلوب تخطيطه أولا ثم محاور قواعد الأساسات .

٢ – يحدد أبعاد الحفر حسب التصميم ويوقع علي الأرض بالأضافة الي أخذ منسيب الأرض الطبيعية قبل البدأ في الحفر .

٣ – نتابع أعمال الحفر حتي الوصول الي منسوب التأسيس وتراجع أبعاد الحفر حتي يمكننا البدأ في الخطوة التالية .



Point	X	Y	Z
A	2502.264	7017.780	Δ
B	2383.125	7143.903	Δ
56	2225.870	6799.017	21,228
163	2269.330	6766.103	21.21[illegible]
162	2215,658	6705.335	20.88[illegible]
96	2283,104	6737.587	21,36[illegible]
165	2321.607	6820,971	22.02[illegible]
164	2311.372	6809,969	21.919
166	2273.636	6848,739	21,732
167	2265,136	6854.912	22.078
168	2267.733	6888,761	21,85[illegible]
169	2228,770	6886.874	21,90[illegible]
170	2326,817	7024.537	21,07[illegible]
171	2409.978	6985.454	21,295
172	2349,834	6877.150	21,540
173	2411.036	6848.629	21,322
174	2354,243	6801.944	21,740
303	2292.472	6900.071	21,888
403	2321.171	6875.249	21.585
304	2326.940	6869.227	21.597
300	2374.964	6971.[illegible]5	21.157
301	2420,643	6953 259	21.048
302	2359.869	7014.[illegible]7	21.151
305	2474.180	712[illegible]	20,863
125	2527.206	7269.[illegible]22	19.514
121	2599,583	7457.[illegible]	17.903
124	2544.413	7469.068	20.701
329	2447.429	7251.921	21.107
Z	2301.820	6805.269	21.615

شكل (١)

صورة من الترافرس المأخوذ لأحد الكباري بجمهورية مصر

٤ – قد يستلزم الأمر تغير طبقة الأرض الضعيفة بتربة أحلال ، تنفذ تربة الأحلال مع مراجعة مناسيبها ودمكها حسب التصميمات .

٥ – تصب طبقة الخرسانة العادية حسب المناسيب والأبعاد داخل الحفر .

٦ – نخطط للخرسانة المسلحة للقاعدة الخرسانية علي المحاور بكل دقة – يرص حديد التسليح حسب أصول الصناعة والتصميمات . يوضع أشارات حديد التسليح للعامود الخرساني علي المحاور بكل دقة مع التثبيت الجيد لحين صب الخرسانة المسلحة .

٧ – تصب الخرسانة المسلحة طبقا لأصول الصناعة وطبقا لتصميم الخلطة المناسبة ونجري عمليات التشطيب اللأزم ثم المعالجة المتوالية للخرسانة لمدة ١٤ يوم مستمر .

٨ – في حالة وجود مياه جوفية ، تؤخذ الأحتياطات لسحبها بطريقة آمنة .

الأساسات العميقة :

تخطط مكان الدعامة (الكاب) ومحاور الأعمدة – يتم تحديد أماكن الخوازيق تباعا .

أولا : في حالة الخوازيق المنفذة بالحفر الدوار Board Piles :

١ – يتم وضع ماكينة الخوازيق فوق محور الخازوق تماما .

٢ – ضرورة مراجعة ماسورة الخازوق Casing والتأكد من وجوده علي المحاور .

٣ – يتم مراجعة الحفر وطبقات التربة ومطابقتها للجسات الأخوذة وأهاء الحفر عند المنسوب التصميمي بالضبط .

٤ – يصنع قفص حديد التسليح ومراجعة مادة البنتونايت Bentonite وتدفقها بالحفر ثم أنزال قفص التسليح .

٥ – يتم الصب حسب أصول الصناعة وحتي لا يحدث أنفصال في خرسانة الخازوق .

ثانيا : حالة تنفيذ بخوازيق الدق Driven Piles :

١ – يتم تحديد أماكن خوازيق القاعدة بالكامل وبدقة . نضع الزومبة الحديدية علي عمق ٢٠ سم من منسوب سطح الأرض .

٢ – توضع الماكينة ومواسير الصب فوق الزومبة تماما ويستمر الدق علي الخازوق حتي نصل الي العمق التصميمي للخازوق وذلك لقياس مناعة التربة للخازوق .

٣ – يتم تنزيل قفص حديد التسليح ثم الصب .

٤ – يتم خلع مواسير الصب بعد نهو الصب .

ثالثا : خوازيق سابقة الصب Pre cast Piles :

١ – تعمل شدة خشبية قوية ويحدد أماكن كل خازوق ويحاط بالأخشاب بحيث يكون للخازوق ٣ حطات في الشدة الخشبية .

٢ – تنزل الخازوق في مكانة بالشدة بواسطة الرافع والتي تحقق رأسيته تماما .

٣ – يبدأ الدق بشواكيش الهزاز ثم الشواكيش الديزل حتي درجة أمتناع التربة والوصول الي طبقة التأسيس التصميمية .

الأساسات داخل القطاع المائي (القيسونات Caissons)

القيسون عبارة عن منشأ خرساني (متوازي مستطيلات تقريبا) ترتكز عليه بغلة الكوبري ويكون بأبعاد كافية لتحمل الأحمال الكبيرة الواقعة علية ونقلها الي منسوب التأسيس أسفل قاع النهر . في عملية الضبط النهائي للقيسون داخل المجري المائي والمذكورة في باب أساسات الكباري ، يكون ذلك بالوقوف علي الشاطيء وعلي محور الكوبري بجهاز دستومات . يكون خط النظر للجهاز المذكور مع منتصف علبة القيسون في البحر ، فإذا ما كانت بعيدة عن محور الكوبري ، تصدر أشارة من الراصد علي الشاطيء بضرورة تحريك القيسون في الأتجاه الصحيح بواسطة اللنشات حتي تنطبق نقطة المنتصف مع المحور .

وهناك ضبط آخر وهو المسافة بين دعامات الكوبري التي يحددها بدقة جهاز الدستومات السابق ذكره علي الشاطيء حيث تحدد المسافة علي الفور مع التصحيح اللازم لها بمنتهي الدقة ، ويجب أن تكون مطابقة للمسافة التصميمية علي الرسومات . إذا لم تتوافق هذه المسافة مع المسافة التصميمية ، يطلب الراصد بأشارة منه أن يبتعد القيسون أو يقترب (حسب الحالة) بواسطة اللنشات حتي يحقق البعد المطلوب .

بعد الضبط النهائي يتم الصب مباشرة داخل القيسون حتي يثقل وزنه ويرسو علي القاع ويثبت .

ملاحظة :

لا يمكن ضبط القيسون بشكل نهائي علي المحور التصميمي وإنما تكون هناك أختلافا = بضع سنتيمترات خارج المحور . يتم الضبط النهائي أثناء تغويص القيسون حيث نرصد باستمرار أثناء تغويص القيسون الأنحراف الحادث عن المحاورونقوم بتصحيحه أولا بأول أثناء عملية الحفر بالتغويص .

أنشاء الكبــاري

أساسات الكباري :

تنفذ أرتكازات الكباري داخل المجري المائي

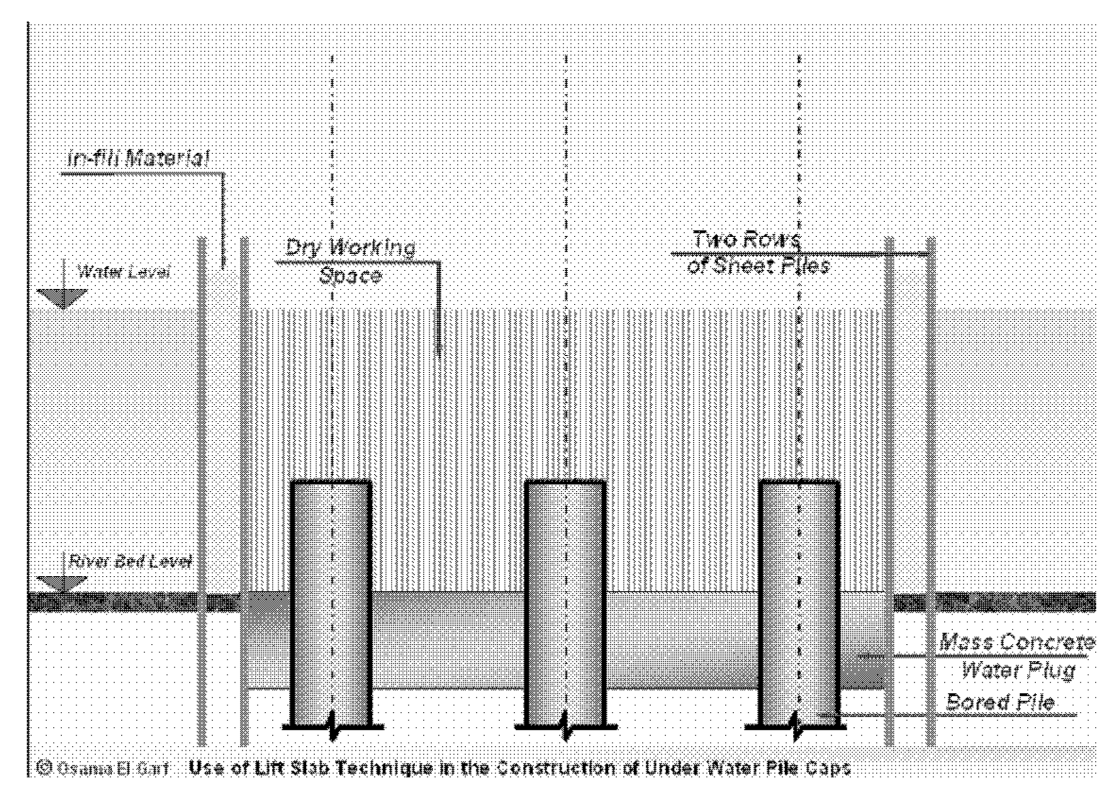
بالطرق التالية :

١ – التنفيذ باستخدام الستائر المعدنية :

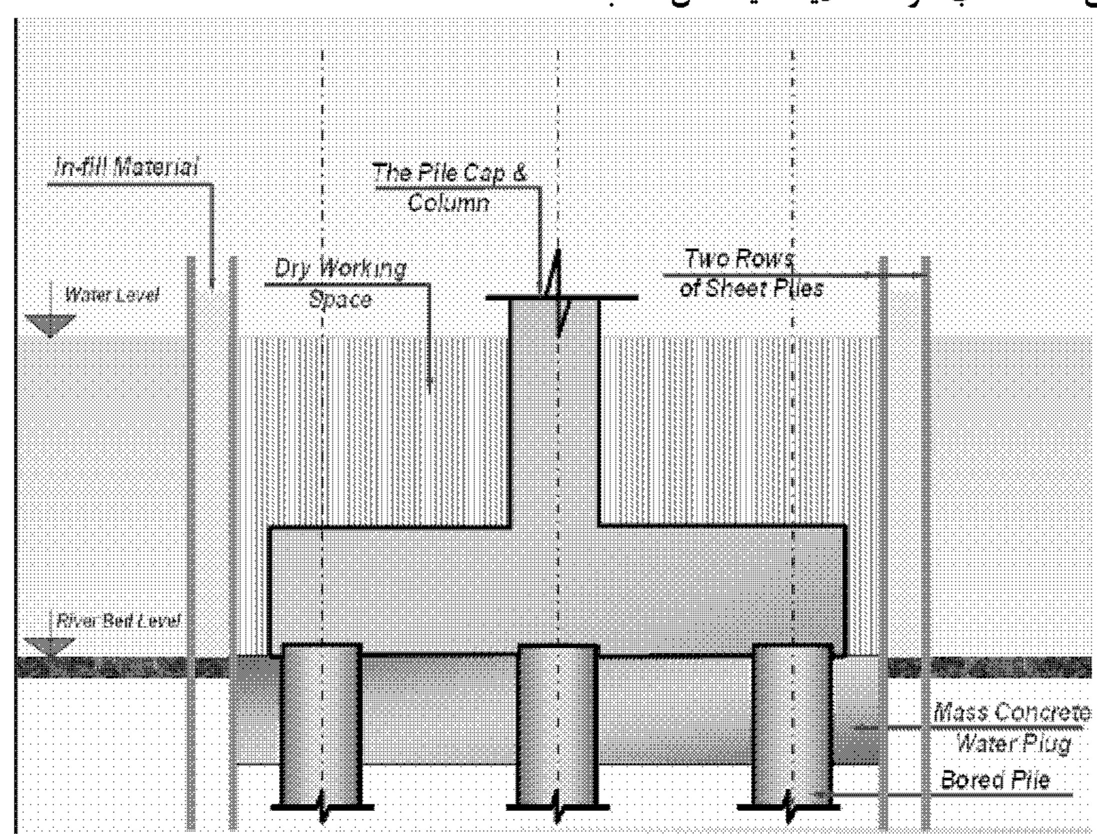
يتم دلك بدق ستائر معدنية حول القاعدة وبالعمق المناسب ، تكون الستائر غالبا من صفين متـوازيين لعمل سـد ترابي Coffer Dam داخلها وذلك بالردم بتربة منتقاة والدمك جيدا بين صفي الستائر للتقليل من نفاذية المياه . كما تصب طبقة من الخرسانة العادية في القاع حول الخوازيق لعدم فوران التربة بالأضافة الي مقاومة الرشح . ينفذ نظام لنزح المياه الجوفية باستخدام الطلمبات العميقة للحصول علي أرضية جافة لبدأ التنفيذ – شـكل (١) .

How it is done traditionally ?

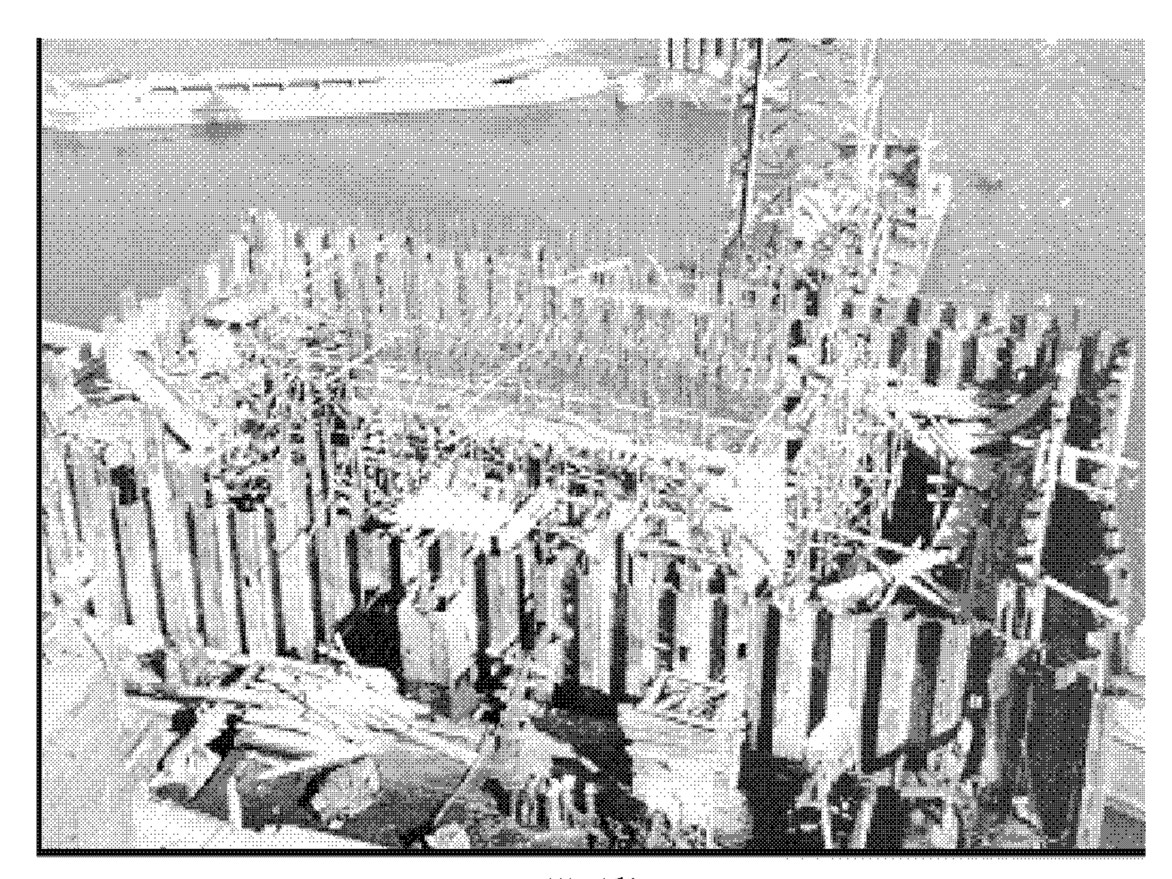
- Coffer dam of two rows of sheet piles to provide the working space
- In fill material between the two rows of the sheet piles
  - designed to withstand the hydrostatic pressure
  - to limit the water seepage from the dam's wall
- A thick mass concrete water plug
  - to contain the river bed during the de-watering operation
  - to limit the water seepage from the bottom of the working space
- A continuous de-watering system to keep the working space dry during construction



١ – عمـل الخوازيـق ٢ – عمـل الـسد الترابـي مـع الـدمك الجيـد للتربـة ٣ – تجفيـف موقـع العمل ٤ – صب خرسانة عادية كتلية أسفل الكاب .



١ – صب هامة الخوازيق من الخرسانة المسلحة ٢ – صب أرتكاز الكوبري فوق هامة الخوازيق



شكل (١)

منظر يوضح طريقة العمل باستخدام السدود الترابية – من الواقع

ملاحظة :

تم تنفيذ عمل مشابه (أنقاذ معابد فيلة في أسوان) بنفس طريقة السد الترابي .

٢ - إنشاء قواعد دعامات الكباري Construction of Under Water Pile Cap Using Sinking Technique and Lift Slab System

وقد تم استحداث نظام جديد للتنفيذ باستخدام تقنية الرفع الثقيل ، هذه التقنية تم اختراعها بواسطة مهندسين مصريين . تقوم هذه الفكرة علي تنفيذ ٧٥ ٪ من القاعدة Cap فوق سطح الماء بحوالي ١ متر ، ثم يتم تغويص القاعدة إلى منسوبها النهائي ثم استكمال صب النسبة المتبقية ٢٥ ٪ في ظروف جافة تماما وتحت الضغط الجوي العادي . يستخدم الجزء المصبوب تحت الماء – السابق ذكره – في ربط جسم القاعدة بالخوازيق . هذه الطريقة شائعة وسهلة وأقتصاددية .

خطوات التنفيذ :

١ - الجزء أعلي سطح المياه :

١ – تنفذ الخوازيق داخل المجري المائي وعلي المحاور التصميمية مع مراعاة ترك ٥٠ سم من الغلاف المعدني للخوازيق خارج سطح الماء .

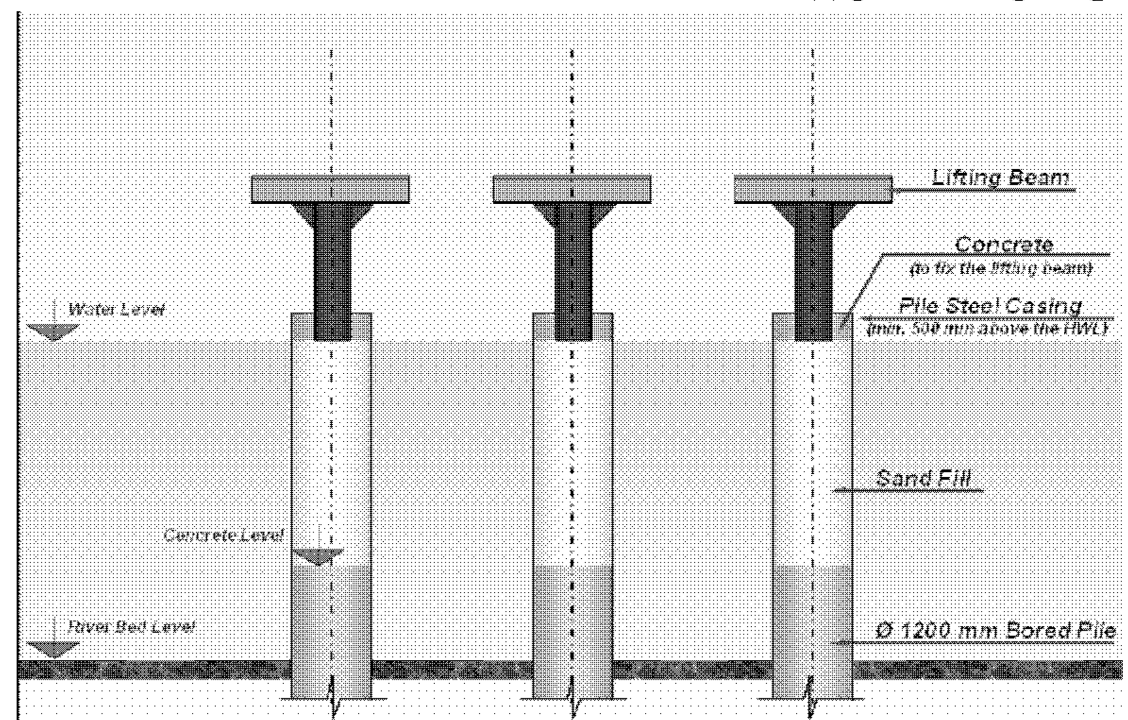
٢ – تركب كمرة معدنية علي شكل حرف T علي المحور الرأسي لكل خازوق ثم يتم صب خرسانة عادية بارتفاع ٥٠ سم حول قائم الكمرة المعدنية السابقة لتثبيتها داخل الفراغ العلوي للخازوق . هذه الكمرة سيتم تعليق وتثبيت الروافع عليها .

٣ – يتم رص كمرات معدنيةفوق رؤوس الخوازيق وعمل الشدة اللازمة لصب القاعدة بالأبعاد التصميمية مع ترك فتحات للخوازيق .

٤ – نبدأ في صب القاعدة وجزء من الأعمدة الحاملة للكوبري بحيث يكون نهاية هذا الجزء من الأعمدة أعلي من سطح المياه بعد تغويص القاعدة ثم تحقن مواد عازلة بين جسم الخازوق والقاعدة .

٥ – بعد تثبيت مهمات الرفع ، تبدأ الروافع في رفع القاعدة ويتم أزالة الشدة .

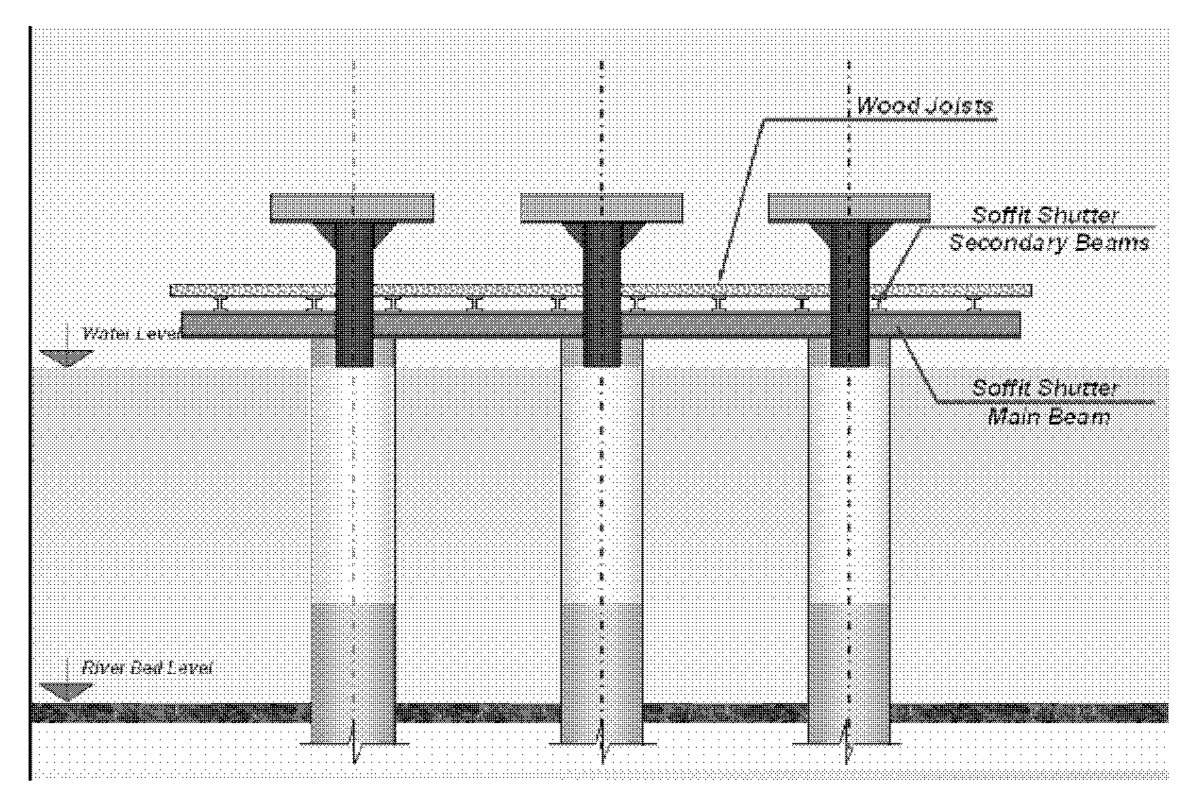
٦ – تبدأ الروافع في إنزال القاعدة حتى منسوب سطح الماء . يتم تثبيت ماسورة معدنية فوق كل خازوق بقطرأكبر من قطر الخازوق لخلق فراغ للتشغيل حول رأس كل خازوق – تتابع أعمال التنفيذ – شكل (٢) .



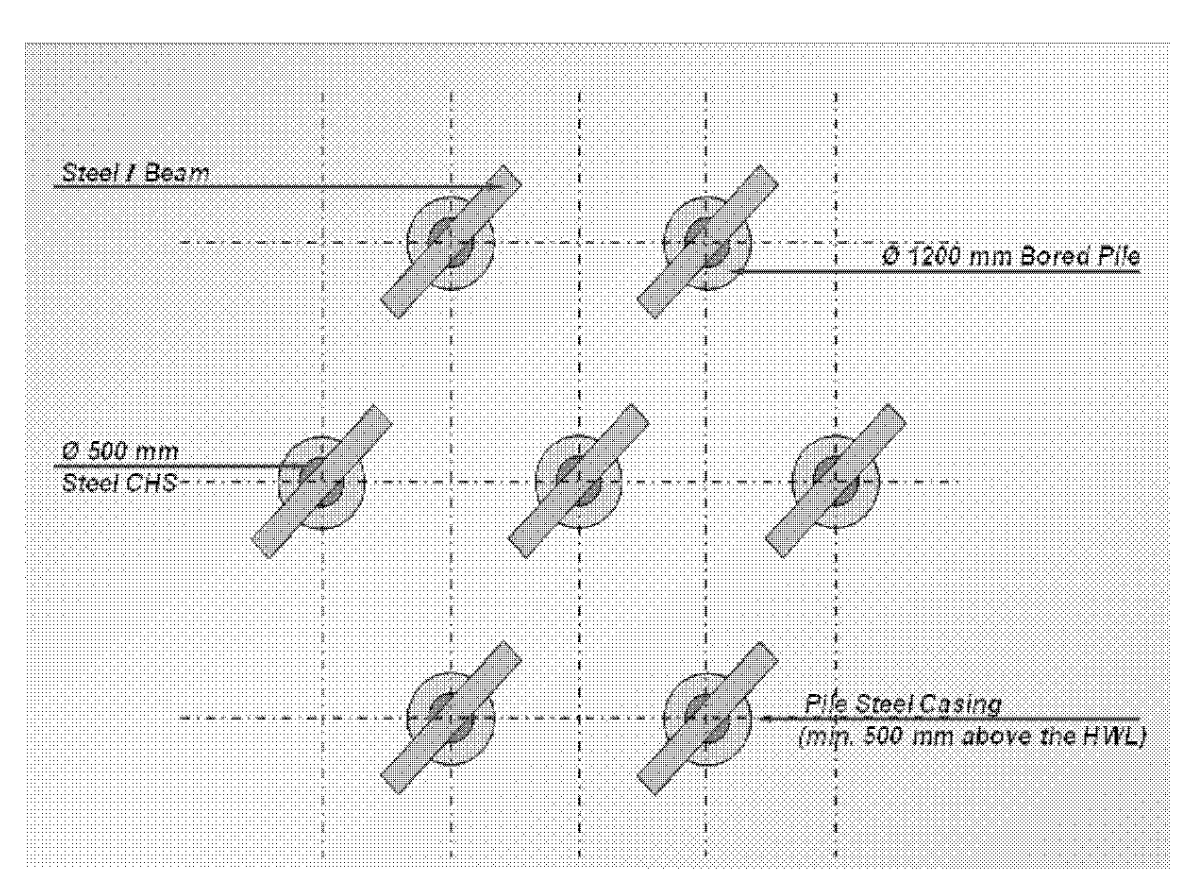
١ – صب الخوازيق مع ترك الغلاف الخارجي المعدني ٢ – مد الماسورة لأعلي ٥٠ سم فوق سطح المياه

٣ – ملء رمال فوق خرسانة الخازوق ٤ – وضع ماسورة رأسية قطر ٥٠ سم فوق منتصف كل خازوق

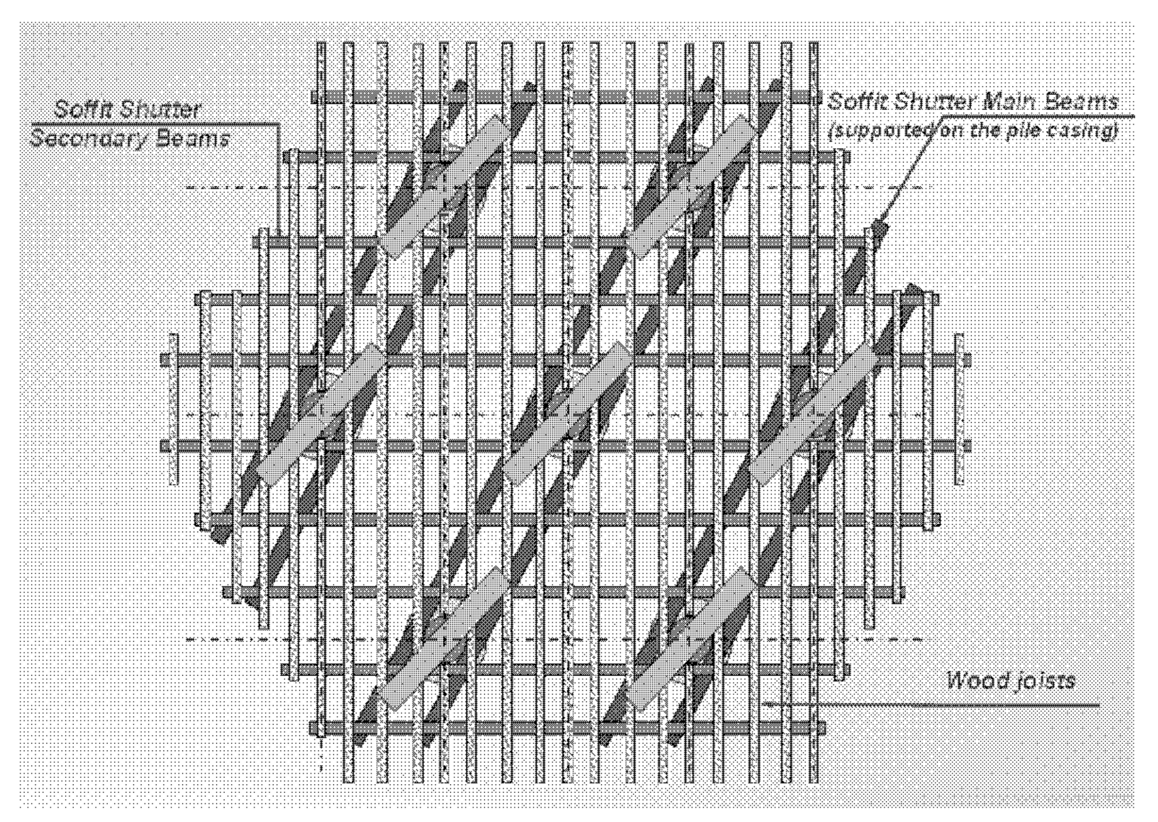
٥ – صب خرسانة عادية فوق الرمال وحول الماسورة ٦ – وضع كمرات أفقية فوق الماسورة لتركيب الروافع



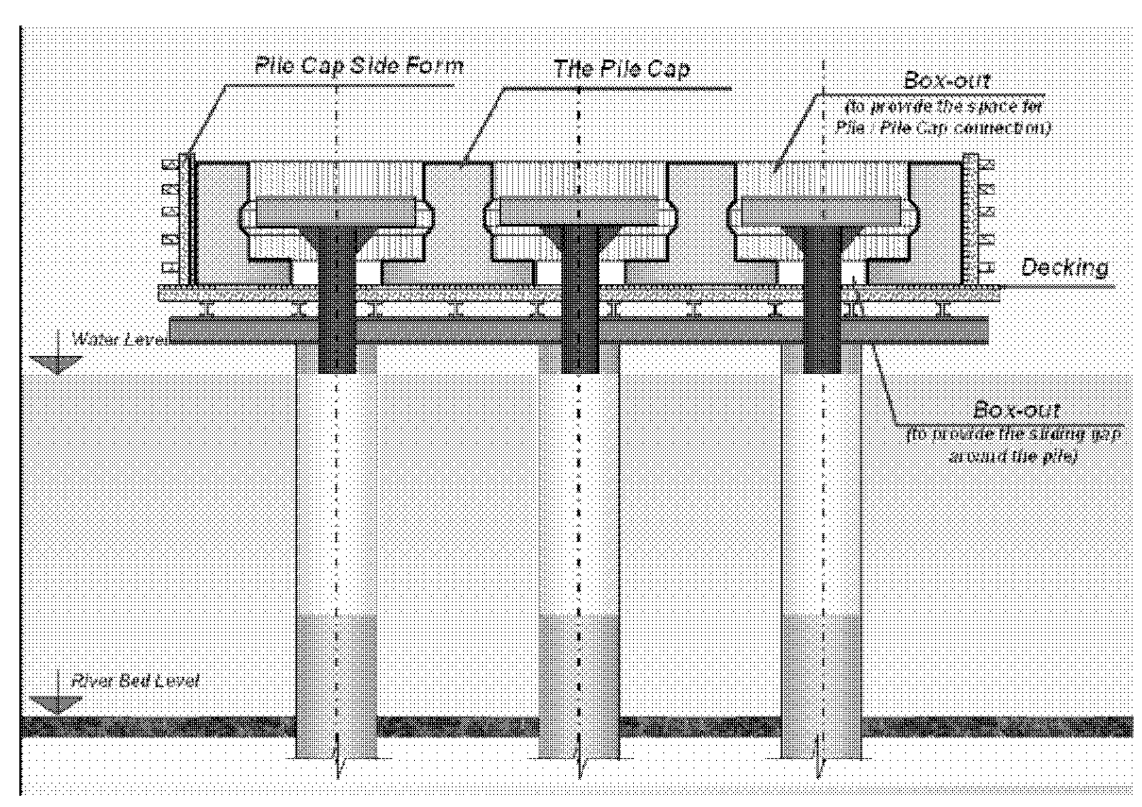
عمل شدة تطريح كمرات حديد وخشب فوق الخرسانة العادية لعمل الهامة



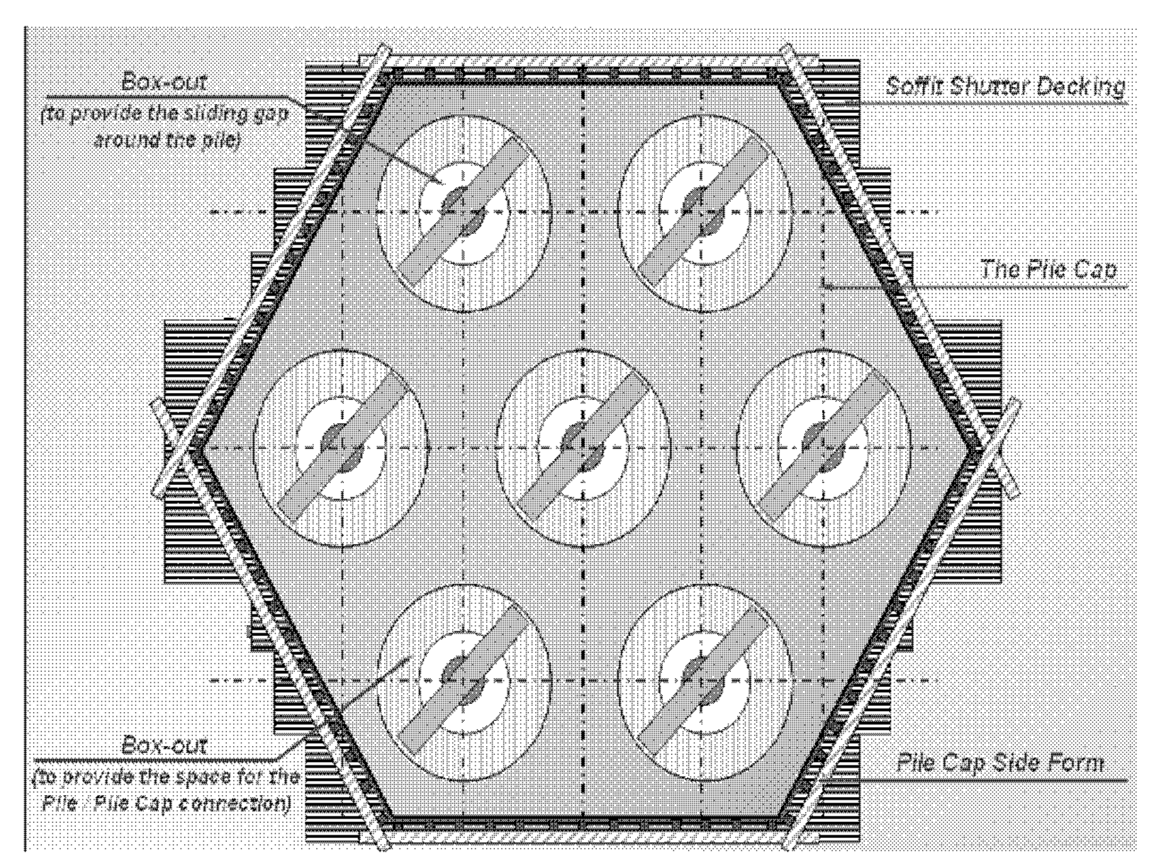
شكل الكمرات الحديد مع المواسير



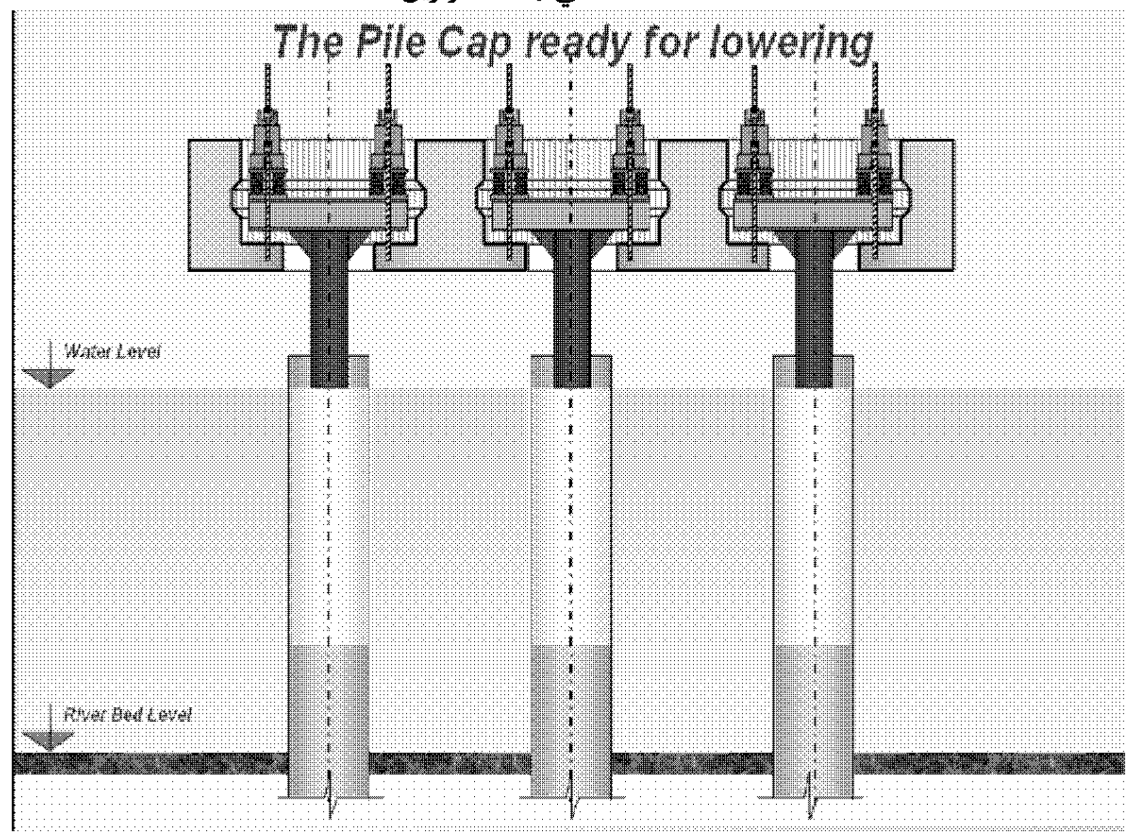
توزيعات الشدة الخشبية مع الكمرات المعدنية الحاملة



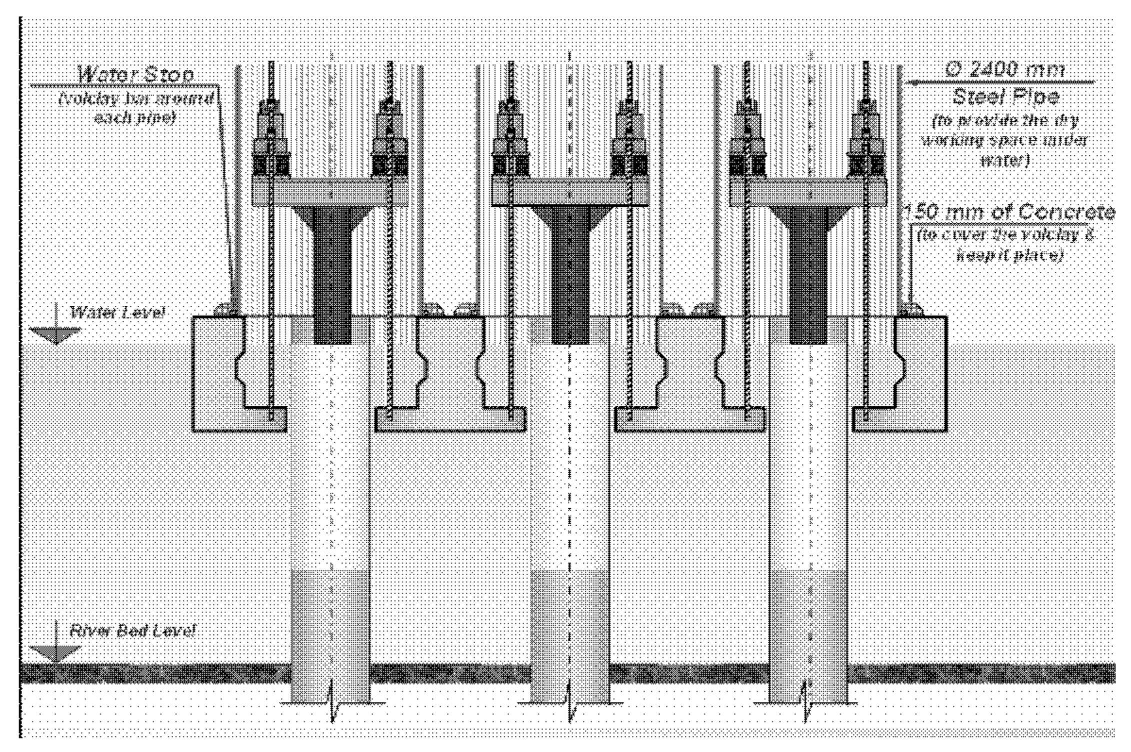
١ – عمل الشدات الجانبية الخارجية لهامة الخوازيق ٢ – عمل صندوق عازل حول كل خازوق لخلق فراغ حول الروافع



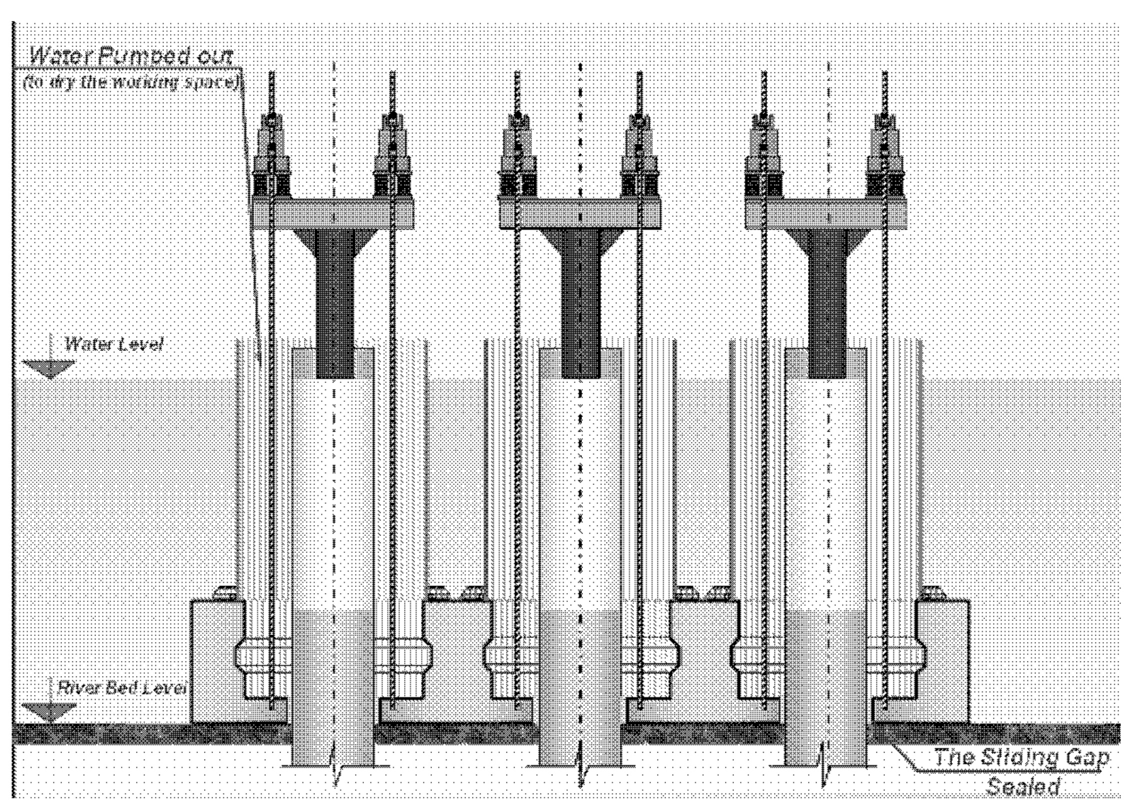
مسقط أفقي لهامة الخوازيق



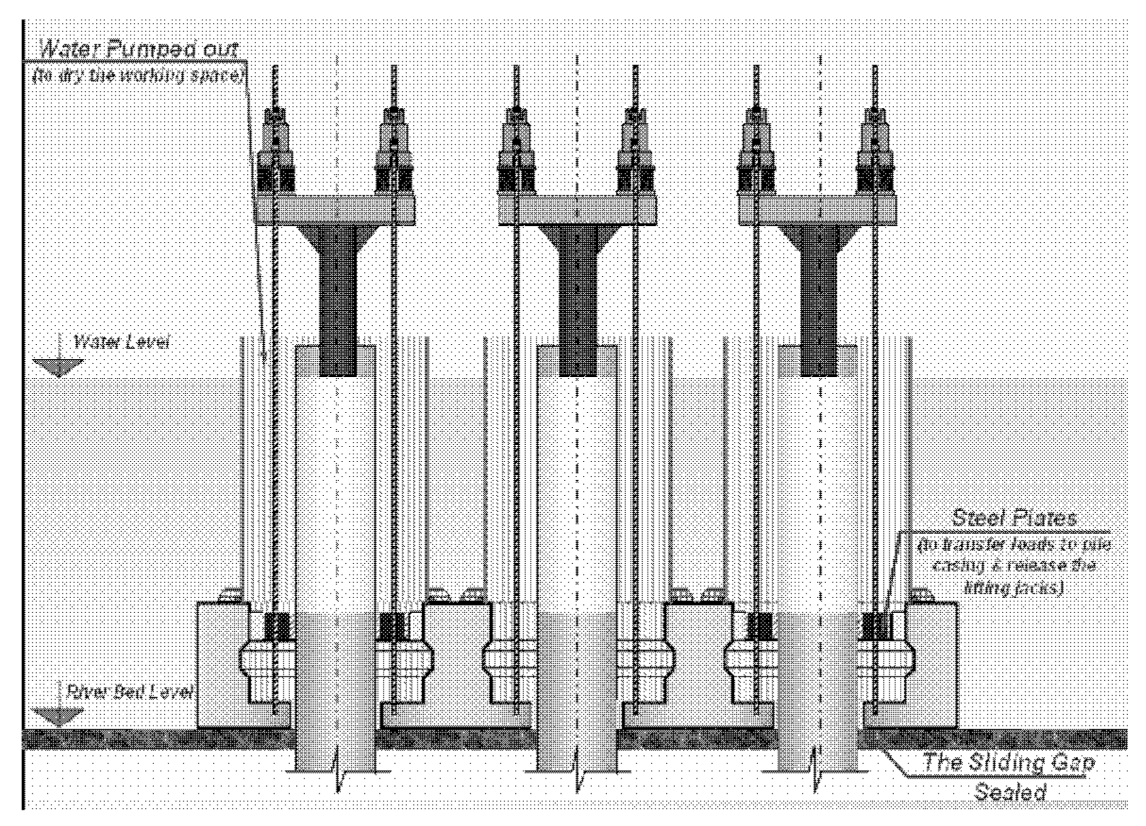
١ – تسليح وصب هامة الخوازيق ثم رفعها بالروافع ٢ – نزع وأزالة الشدة أسفل الهامة



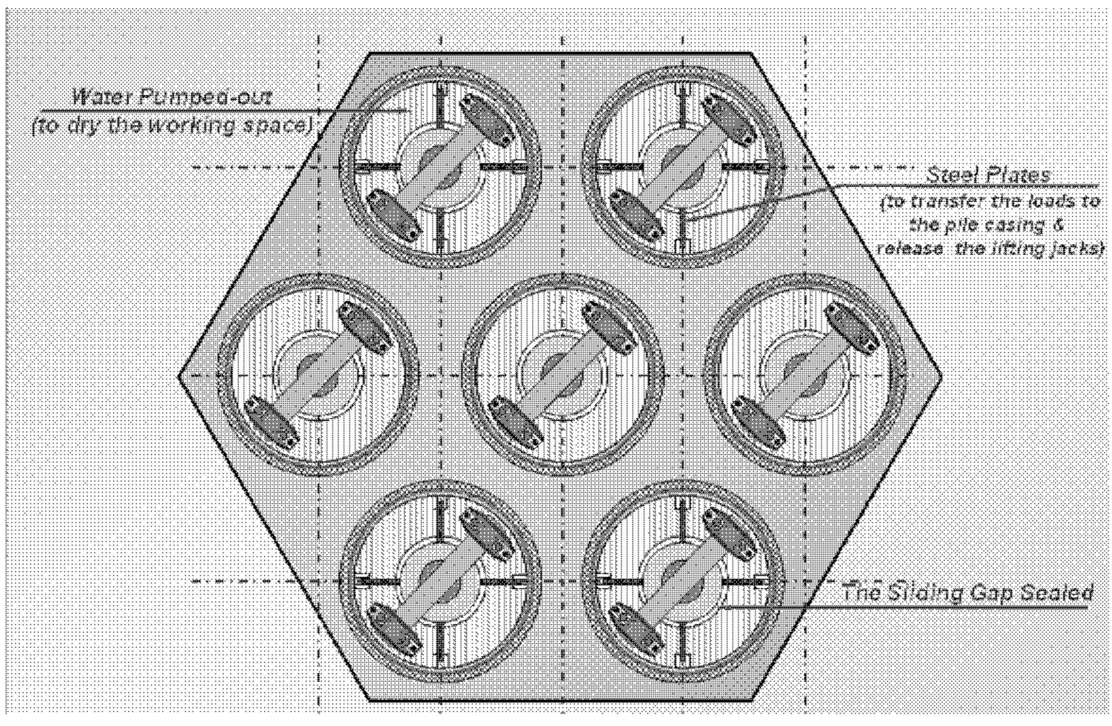
١ – تثبيت وعمل ماسورة قطر ٢,٤ م حول كل خازوق مع عزلها تماما من الخارج قبل النزول تحت سطح المياه لحماية الروافع



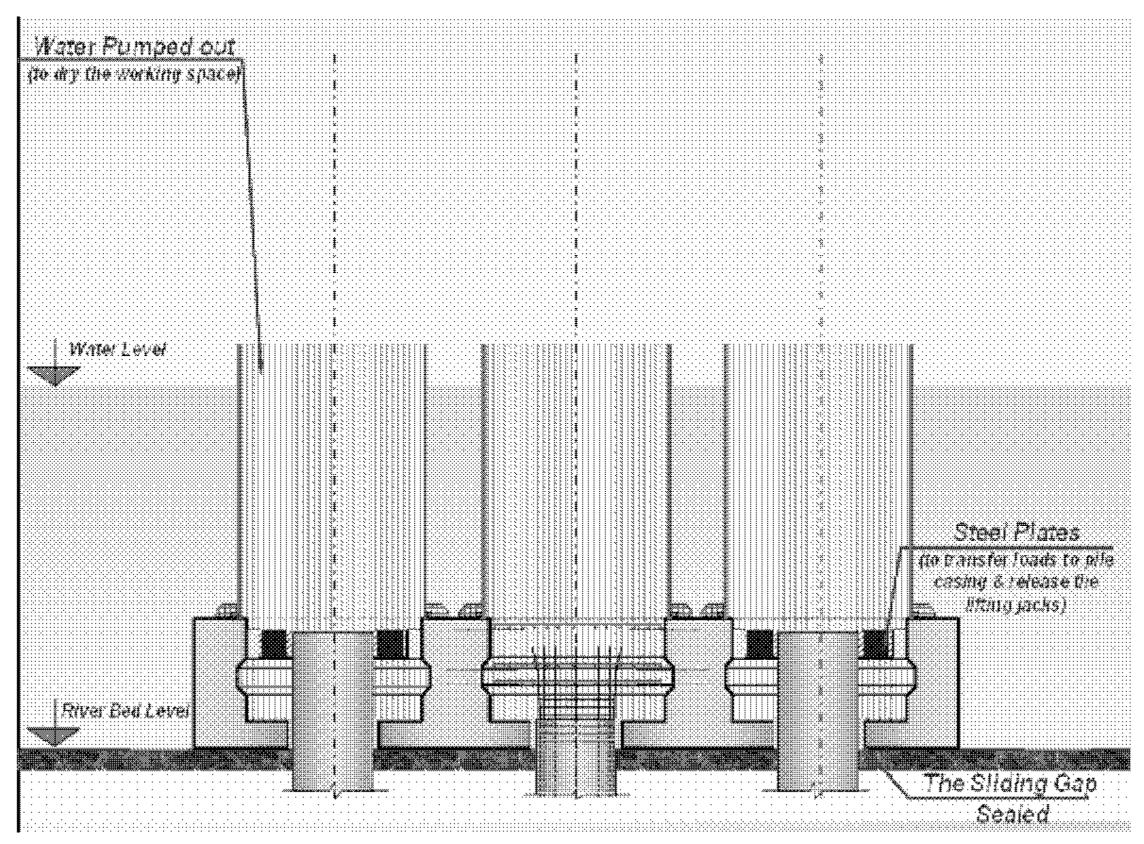
١ – تنزيل هامة الخوازيق الي منسوبها النهائي   ٢ – عزل الفراغ الموجود بين الخازوق والهامة



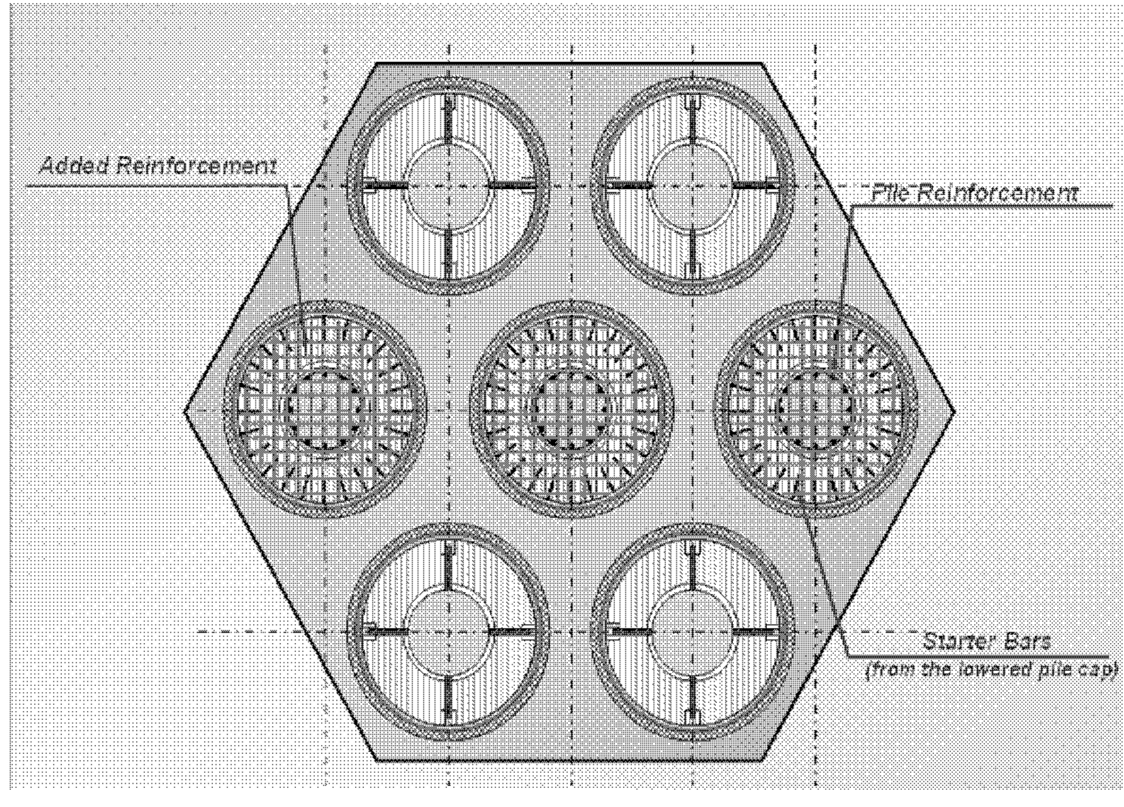
لحام ٤ شرائح معدنية حول كل خازوق لحمل وتثبيت الهامة بالخوازيق



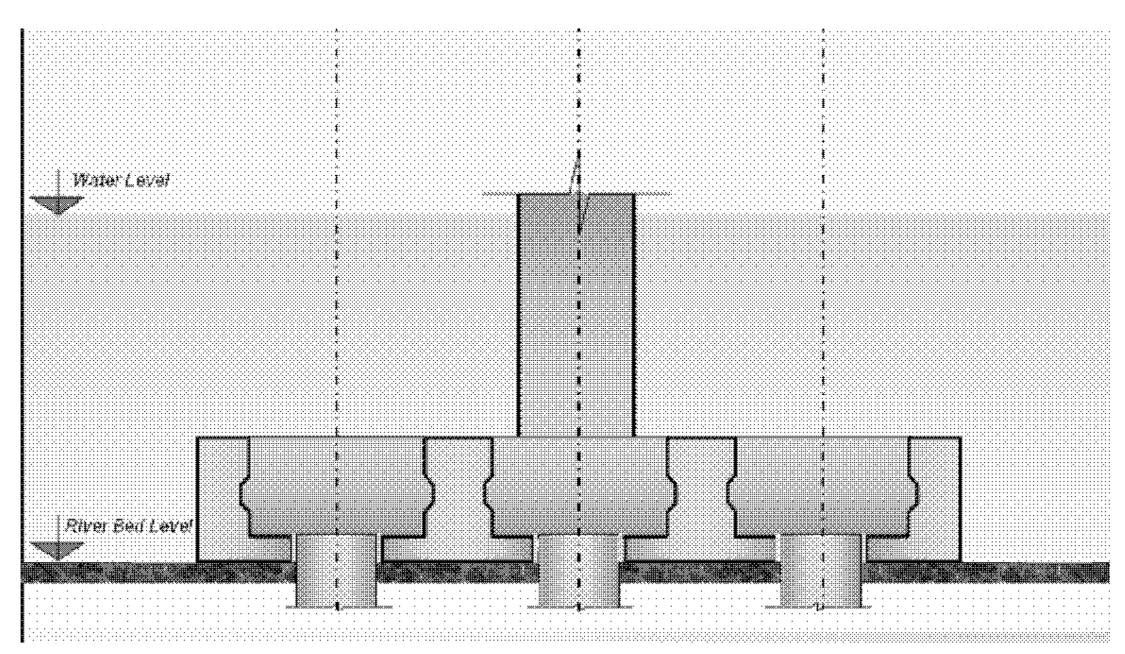
نزح المياه من كل خازوق



أزالة الروافع – تكسير هامات الخوازيق لأظهار حديد التسليح



تسليح هامة الخوازيق



صب باقي هامة الخوازيق وعمود أرتكاز الكوبري

شكل (٢)

تتابع تنفيذ هامة الخوازيق تحت الماء

٢ – الجزء تحت سطح الماء :

١ – استكمال تنزيل القاعدة إلي المنسوب النهائي لها تحت الماء.

٢ – بعد قفل الفراغ بين الخوازيق والقاعدة ، يتم تجفيف الماء من داخل القاعدة.

٣ – لحام ألواح معدنية لربط القاعدة بالغلاف الخارجي المعدني للخوازيق بعدد كاف لحمل وزن القاعدة .

٤ – فك الروافع الهيدروليكية .

٥ – إزالة الغلاف المعدني للخوازيق وتكسير الهامات وأظهار حديد التسليح – ربط حديد الخوازيق مع حديد القاعدة واستكمال الصب .

ومما يجدر ذكره أن هذه الطريقة توفر ٥٠ ٪ من التكلفة الإجمالية لقواعد الدعامات ، و٦٥٪ من معدلات التنفيذ ، كما تم تنفيذ دعائم كل من كوبري روض الفرج وكوبري ١٥ مايو بهذا الأسلوب .

معدلات رفع وتغويص قواعد الكباري:

يتم الرفع بمعدل ٧٥ سم / ساعة ، والتغويص بمعدل ٧٥ سم / ساعة.

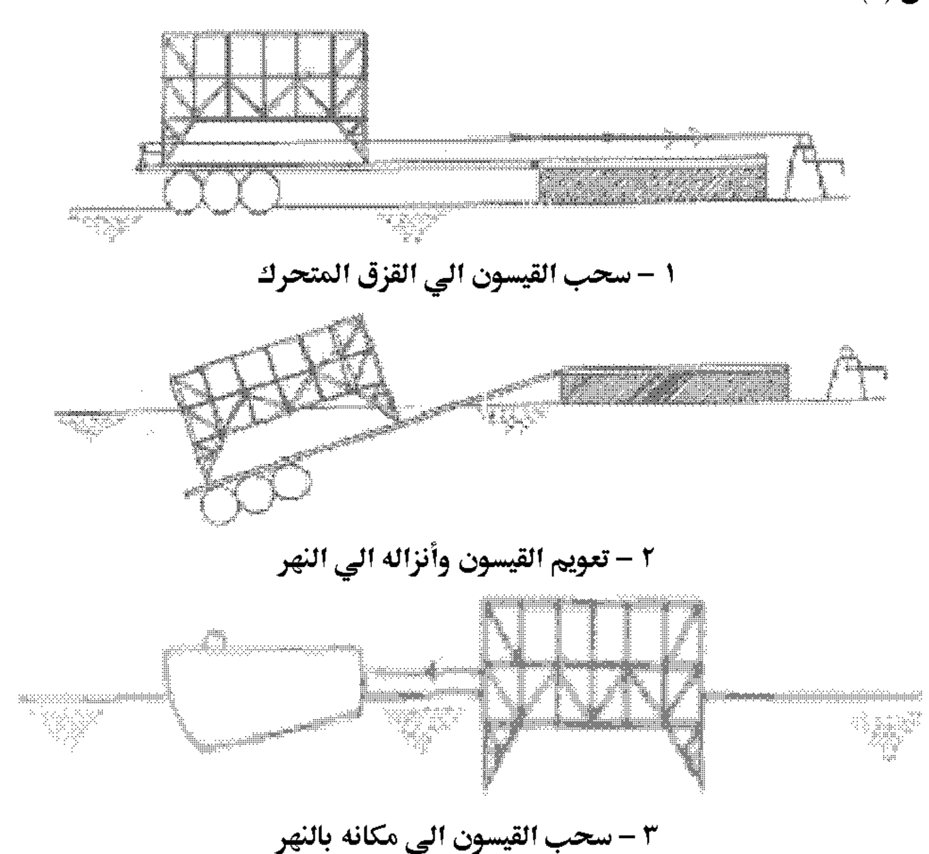
وعلي سبيل المثال : يتم رفع وتغويص قاعدة وزنها ١٠٠٠ طن لعدد ٢٠ خازوق في مدة زمنية قدرها شهر واحد علي فترات متقطعة.

٣ – القيسون الصندوقي داخل المجري المائي باستخدام الهواء المضغوط :

طريقة التنفيذ :

١ – يتم إنشاء قزق لتصنيع القيسون علي الشاطئ ، وهو عبارة عن عدد من الكمرات الخرسانية المسلحة متوازية ومرتفعة ١ متر عن سطح الأرض وفي مستوي أفقي ، يربطها كمرات مسلحة عرضية أخري . يتم تثبيت كمرات معدنية علي الكمرات الخرسانية السابقة . تعمل أرضية أفقية وجوانب رأسية مماثلة لأبعاد القيسون لصناعة القيسون علي هذا القزق . يتصل المنشأ الموجود علي الشاطئ بجزء عائم ، طوله = ضعف طول القيسون ، عبارة عن هيكل معدني مكون من كمرات مجري بقطاع مناسب ، ويرتكز بمفصلات علي الكمرة العرضية الخرسانية علي الشاطئ وفي الطرف الآخر علي عدة مواسير كبيرة مزودة من أعلاها بمحابس ، الغرض منها أمكانيه ملء هذه المواسير بالمياه فيثقل القزق إلى أسفل المياه ويميل الهيكل نحو النيل وينزلق بذلك القيسون . هيكل القيسون عبارة عن منشأ معدني ينفذ بأبعاد القيسون الخرساني ، ذو حوائط وقاع من الصاج ، ومزود بالسكين القاطع علي كامل المحيط . الهيكل المذكور مقوي بالقطاعات المعدنية (زوايا وكمرات) ، لمنع تشكل الجوانب أو الأرضية أثناء التنفيذ .

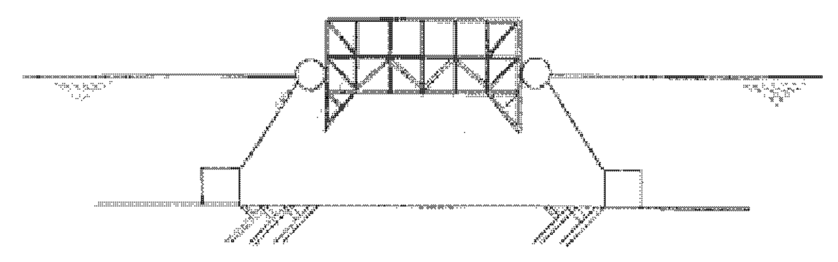
يسحب القيسون إلى مكانه داخل مجري النهر باللنشات ، يحدد مكانه بدقة باستخدام الأجهزة المساحية . يثبت القيسون في مكانه بربطة بمواسير ذات قطر مناسب حول محيطه الخارجي وبأثقال عند القاع – خطوات التنفيذ – شكل (٣) .



١ – سحب القيسون الي القزق المتحرك

٢ – تعويم القيسون وأنزاله الي النهر

٣ – سحب القيسون الي مكانه بالنهر

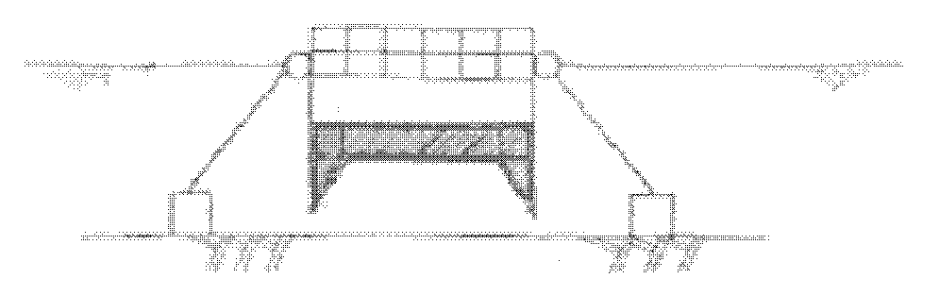


٤ – تثبيت القيسون بواسطة المواسير المقفلة العائمة والبلوكات الخرسانية

٢ – تعمل تجهيزات صب الخرسانة المسلحة داخل القيسون ، يبدأ بتسليح السكينة ثم الصب . نشرع في تجهيز الحطة الثانية بارتفاع متر و تسليحها ثم صبها وهكذا حتي نصل الي منسوب سقف غرفة التشغيل (علي أرتفاع ٢,٤ متر) .

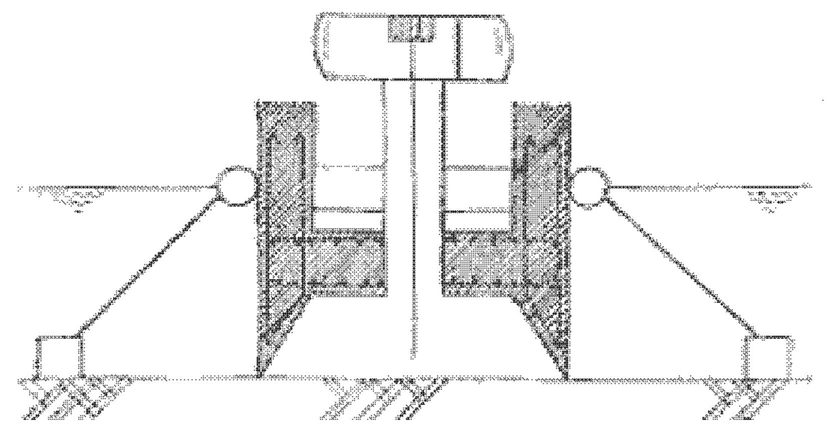
٣ – تنفذ الخرسانة المسلحة للأرضية (سقف غرفة التشغيل) ، مع مراعاة وضع وتركيب القطع المفقودة و مواسير ضغط الهواء . تعمل شدات خشبية لتنفيذ الأرضية . يجب ضرورة تعلية الجوانب الصاج الخارجية للقيسون كلما غاص القيسون في المياه لتنفيذ صب الحطات الخرسانية بالحوائط .

٤ – يستكمل تنفيذ وصب حطات حوائط القيسون مع صب القواطيع الوسطي . يراعي مراقبة غوص القيسون عن طريق مجسات قياس ارتفاع المياه ، عند اقتراب السكينة من قاع النهر ، يتم عمل الضبط النهائي ثم صب حطة خرسانية لتغوص السكينة بالقاع .

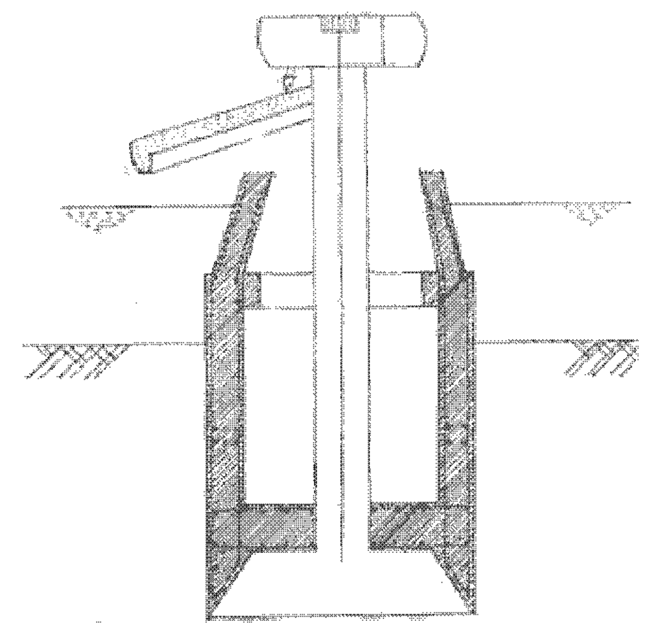


٥ – صب الخرسانة المسلحة بالقيسون ونزوله الي القاع . يتم تزويد وتعلية جوانب القيسون المعدني بألواح صاج معدنية

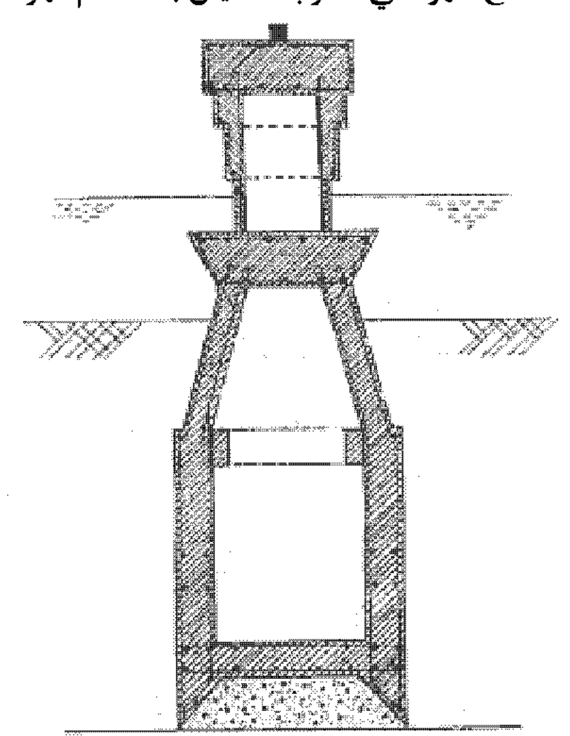
٦ – تركب مواسير العمل و مواسير ضغط الهواء . تركب في النهاية غرفة الضغط و توصيلها بمحطة ضخ الهواء استعدادا لبدأ العمل لتغويص القيسون بالهواء المضغوط .



٧ – وصول القيسون الي قاع النيل مع تركيب غرفة الضغط



٨ – الحفر تحت قاع النهر حتي منسوب التأسيس باستخدام الهواء المضغوط



٩ – صب خرسانة عادية للجزء أسفل القيسون مع حقنة ثم بدأ صب الجزء العلوي (أرتكاز الكوبري)

شكل (٣)

مراحل تنفيذ القيسون بالهواء المضغوط

تفاصيل تنفيذ القيسونات بالهواء المضغوط :

مقدمة :

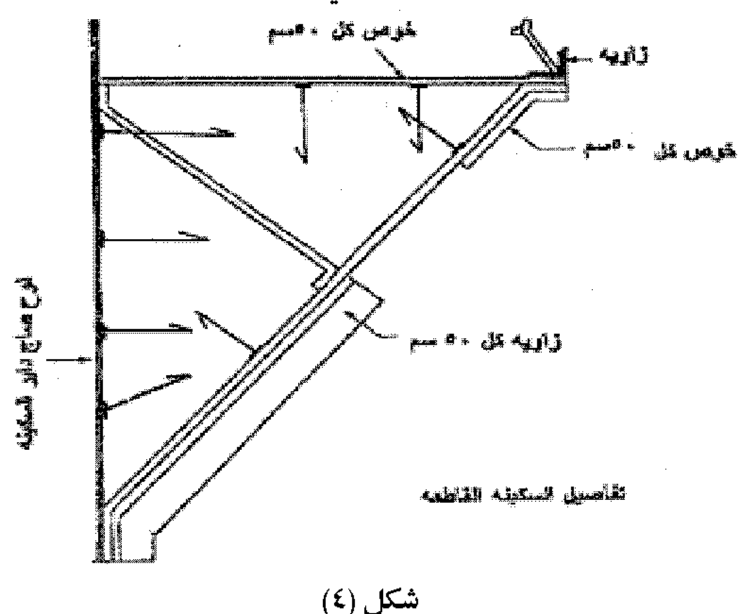
أن خير مثال للقيسونات المنفذة بالهواء المضغوط ، هو إنشاء دعامات (أساسات) الكباري في النيل Bridge Piers ، حيث ترتكز هذه الدعامات علي القيسونات المغمورة في المياه ، و يقوم القيسون بنقل الحمل الواقع علي الدعامة إلي طبقه التأسيس .

واستخدام الهواء المضغوط لتنفيذ القيسون يعتبر الحل المثالي في هذه الحالة لكون الهواء المضغوط داخل القيسون يقاوم ويعادل و يضاد في الأتجاه ضغط المياه خارج القيسون مما يمكن العاملين من إنشاء وتغويص القيسون في جو جاف تماما . بعد وصول القيسون الي قاع النهر والبدأ في تشغيل الهواء المضغوط ، نعرض طريقة تغويص القيسون بالهواء المضغوط .

مكونات القيسون :

١ – السكينة Cutting Edge :

وهي منشأ معدني علي شكل حرف ٧ و مقوي من الداخل بقطاعات معدنية و زوايا – شكل (٤) . وفائدة السكينة هو تسهيل اختراق الأرض أثناء عملية الحفر وهي أوطى جزء في حائط القيسون . عند بداية صب الخرسانة لحائط القيسون ، تملأ الخرسانة السكينة المعدنية أولا ثم باقي الحائط .



شكل (٤)

السكينة القاطعة أسفل القيسون

٢ – جسم القيسون :

و يكون من الخرسانة المسلحة . يفضل القطاع المستطيل لارتكاز الدعامة . السقف السفلي للقيسون – الأرضية – تكون مرتفعة بمقدار ٢,٢٥ متر تقريبا عن طرف السكينة لخلق فراغ مناسب للعمال لأداء عملية الحفر . يوضع في السقف – قبل الصب – قطعتين دائريتين أو علي شكل القطع الناقص (١,٦ × ٠,٦) من الحديد و ملحوما في

الطرفين فلانشتين معدنيتين . تسمي هذه القطع بالقطع المفقودة Lost Pieces تكون أحداها عند السطح السفلي للسقف وتكون الأخري عند السطح العلوي للسقف حيث يتم ربط ماسورة التشغيل بها بالمسامير وجوانات الكاوتشوك – شكل (٦) . كما يوضع بالسقف أيضا ماسورتين من الحديد بفلانشتين قطر ٦" يتم توصيلهما بخرطوم ثم الي محطة الهواء المضغوط . يوضع أيضا مواسير من الحديد المجلفن قطر ٢" ، موزعة علي مسطح القيسون ومزودة بفلانشتين لغرض أعمال الحقن . يفضل أن تكون المسافة بين أي ماسورتين في حدود ٣ – ٤ متر . يزود القيسون من الداخل بحوائط من الخرسانة المسلحة (قواطيع) لارتكاز الحوائط الطويلة وتخفيف الأجهادات عليها .

٣ – محطة ضخ الهواء :

تتكون محطة ضخ الهواء – شكل (٥) من العناصر الآتية :

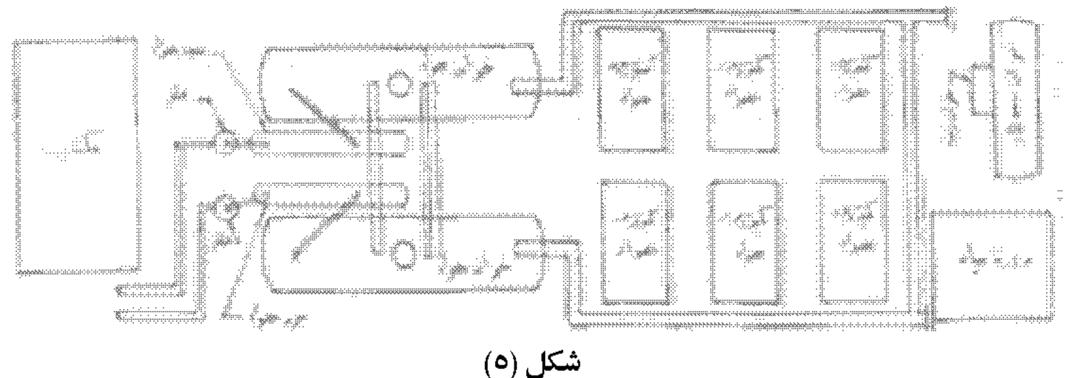
أ – ضواغط الهواء :

عدد ٦ ضاغط هواء ، يفضل الضاغط ذو الضغط الواطي . يقوم بالعمل ٢ ضاغط فقط بينما باقي الضواغط تعمل احتياطيا . يجري العمل ٢٤ ساعة يوميا . تتصل هذه الضواغط مع بعضها بماسورة مجمعة و تتجه إلى البيارة و يخرج منها فرع إلى خزان هواء معدني سعة ١٠ متر مكعب يعمل احتياطيا للطوارئ . كما يخرج فرعا آخر إلى المستشفي الخاص بعلاج العاملين في الهواء المضغوط .

الماسورة المتجهه إلى البيارة تمر علي فلتر (مرشح) لتنقية الهواء الخارج من الضواغط قبل الدخول إلى القيسون لتنقيتة من أية أبخرة زيوت ضارة بالعاملين ، كما تمر أيضا علي مبرد لتلطيف الجو داخل القيسون .

ملاحظة :

في حالة عدم توفر الضواغط ذات الضغط الواطي و الاضطرار لاستخدام الضواغط ذات الضغط العالي – يتم تركيب صمام تخفيض الضغط عند مخرج ماسورة الهواء . الغرض منه تخفيض الضغط العالي الوارد من ضاغط الهواء ليصل إلى الضغط المناسب للعمل داخل القيسون .



شكل (٥)

محطة ضغط الهواء

ب – خزانات الطوارئ :

يركب ٢ خزان هواء احتياطي سعة كل منها ١٠متر مكعب من الهواء (تكون أحتياطية) لتغذية القيسون بالهواء في ظروف تعطل ضواغط الهواء حتى يخرج عمال الحفر من داخل القيسون .

جـ – المستشفي :

وهي عبارة عن غرفه معدنية محكمة الغلق مزوده بسرير لتمريض أي عامل أصيب من ضغط الهواء . يصاب العامل بذلك إذا خالف لوائح العمل في الهواء المضغوط مثل النزول أو الخروج من القيسون بسرعة في زمن أقل من المسموح به .

يدخل العامل إلى المستشفي و يحكم غلقها ، ثم يتم تسليط الهواء داخل المستشفي تدريجيا وبمعدل أبطأ حتى يصل إلى الضغط الذي تعرض له . يخفف الضغط تدريجيا أيضا بمعدل أقل حتى نصل إلى الضغط الجوي العادي . يعود العامل بعد ذلك إلى حالته الطبيعية .

و الجدول الآتي يحدد مده تخفيض الضغط لخروج آمن للعمال :

الضغط داخل القيسون ض.ج	عدد ساعات التشغيل (الوردية)	مدة تخفيض الضغط والخروج
٠,٥ – ١	٦ ساعات	٢٥ دقيقة
١ – ١,٥	٦ ساعات	٤٥ دقيقة
	٥ ساعات	٣٥ دقيقة
١,٥ – ٢	٥ ساعات	١٢٠ دقيقة
	٤,٥ ساعة	١٠٠ دقيقة
	٤ ساعة	٨٥ دقيقة
٢ – ٢,٥	٤ ساعات	١٦٠ دقيقة
	٣,٥ ساعة	١٤٠ دقيقة
	٣ ساعات	١٢٠ دقيقة
٢,٥ – ٣	٢,٥ساعة	١٩٥ دقيقة
	٢ساعة	٢١٠ دقيقة

د – الفلاتر :

عند خروج الهواء من الضواغط – يكون مختلطا ببخار الزيت خاصة إذا لم يكن الضاغط جديدا – تركب الفلاتر علي الماسورة الخارجة من ضواغط الهواء لتنقية الهواء حيث أنه ضار بصحة العاملين .

و – صمام تخفيض الضغط :

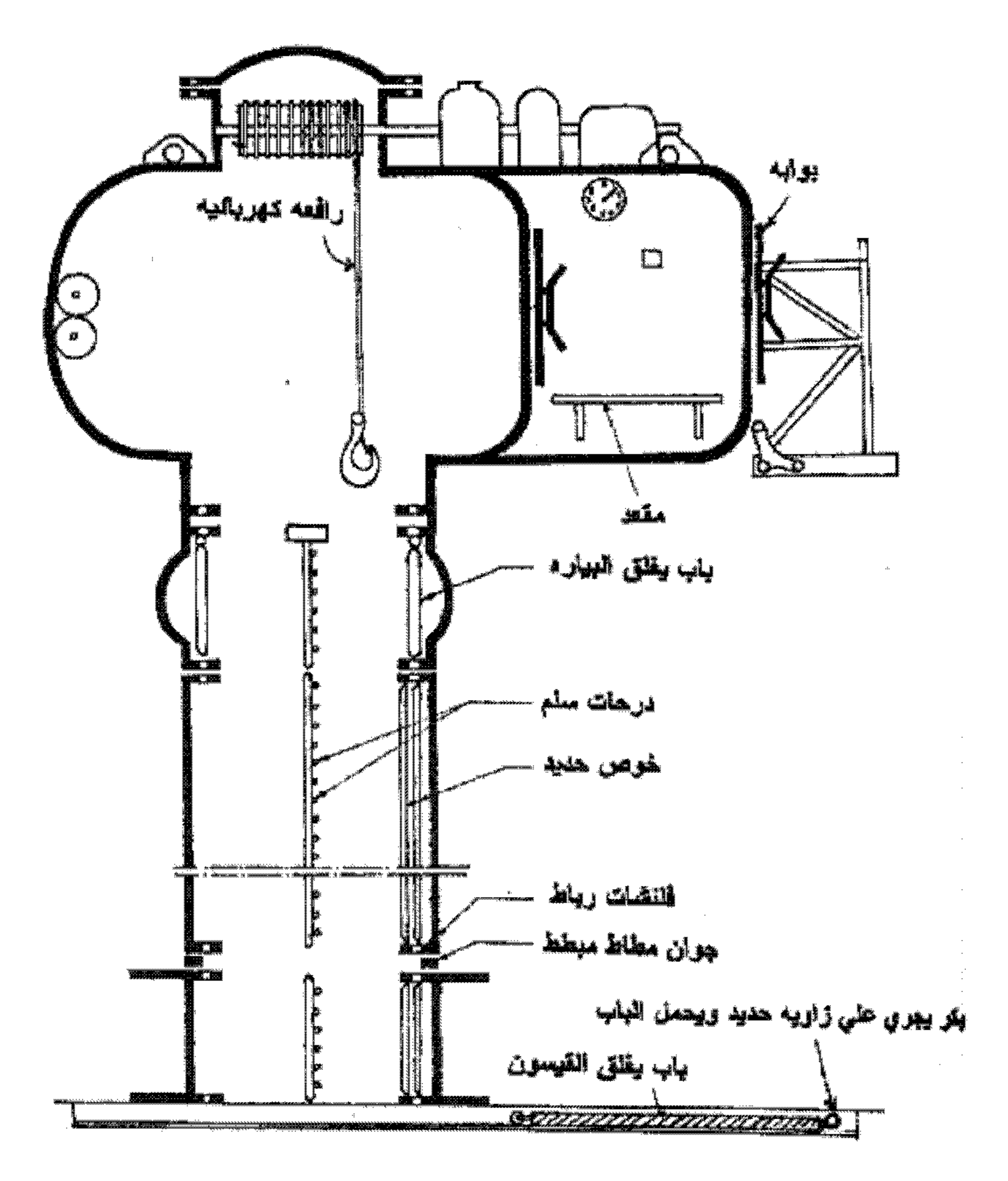
في حاله استخدام ضواغط هواء ذات ضغط عالي ، يكون ضغط الهواء يساوي ٧ ضغط جوي – بينما الضغط المطلوب داخل القيسون حوالي ٠,٥ إلى ١,٥ ضغط جوي ، لذلك يركب الصمام لتخفيض الضغط عند مخرج محطة الهواء وليلائم الضغط المطلوب داخل القيسون .

س – غرفة الضغط (الكباية) :

و هي غرفة أسطوانية محكمه الغلق – قطرها حوالي ٢ متر و طولها ٥ متر – شكل (٦) . بها مقاعد لجلوس العمال و مزوده بباب للدخول و الخروج ، بالأضافة إلى باب يغلق علي ماسورة العمل لحفظ الضغط . و تتصل بماسورة رأسيه تسمي ماسورة العمل – قطاع هذه الماسورة دائري أو أسطواني – و هي مكونة من قطع مواسير متصلة بعضها عن طريق فلانشات وجوانات – طول الوحدة ٢ متر تتصل في النهاية بالقطعة المفقودة .
تزود غرفة الضغط أيضا بموتور كهربائي لسحب جردل الحفر و إنزاله .

طريقة تنفيذ القيسون تحت الماء :

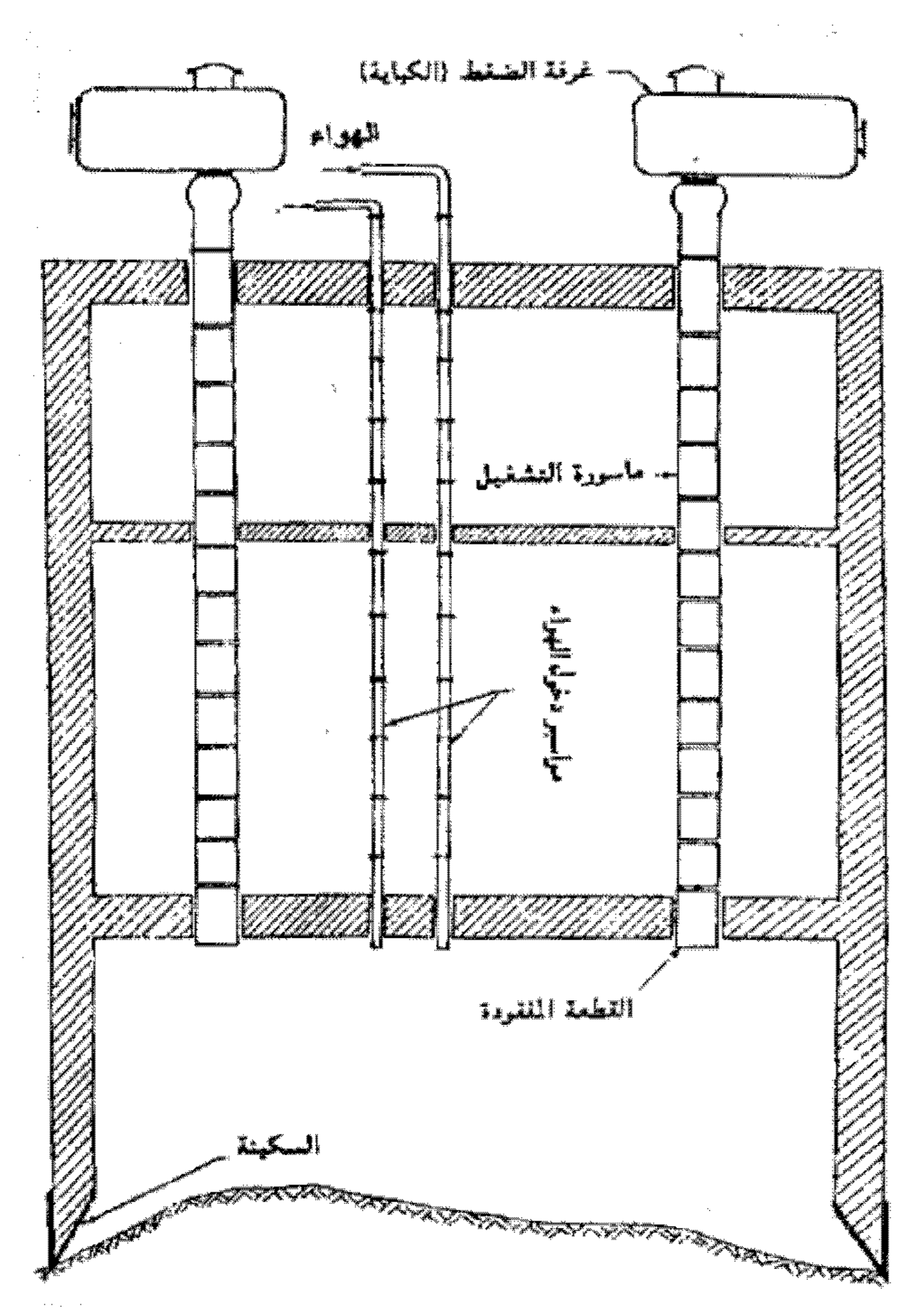
١ – نبدأ الحفر داخل القيسون ، يدخل العمال داخل غرفة الضغط وتغلق بأحكام ، ويسلط ضغط الهواء داخلها طبقا للجدول السابق . يسلط أيضا ضغط الهواء اللازم للتغلب علي المياه داخل غرفة التشغيل بالقيسون . يكون ضغط الهواء مساويا لارتفاع عامود المياه في الخارج مضافا له ٢ – ٣ متر زياده مقابل الفواقد وخلافه . عند الوصول للضغط المطلوب ، يتم نزول العمال إلى داخل القيسون وبدأ عملية الحفر . يتم تعبئه جرادل معدنية أسطوانية خاصة بمقاسات تناسب ماسورة العمل ، سعتها ١ / ٨ م٣ بالأتربة . يعلق الجردل بسلك صلب متصل بموتور الرفع عند غرفة الضغط . تملأ الجرادل الخاصة بالحفر وعند امتلائها يتم رفعها بواسطة موتور الرفع إلى أعلي . يغلق بوابة أسفل الجردل المذكور ثم تفتح بوابة الخروج ليتم تفريغ الأتربة . يعاد الجردل مرة أخري ويغلق الباب الخارجي ثم يفتح الباب الداخلي لينزل إلى أسفل ليتم تعبئته مره أخري . يتم الحفر بانتظام علي مسطح القيسون بمعدل ٢ – ٢,٥ م٣ / وردية .



شكل (٦)

غرفة الضغط – الكباية ، تتصل بماسورة التشغيل ثم القطعة المفقودة عند السقف السفلي

٢ – نبدأ الحفر داخل البيارة مع خروج مواد الحفر الي الخارج بدون أن يستخدم الهواء المضغوط طالما لا يعوق العمل وطالما لا توجد مياه رشح . يتم الحفر بانتظام علي مسطح البيارة و نلاحظ هبوط البيارة شيئا فشيئا – شكل (٧) .



شكل (٧)

البيارة في وضع العمل

٣ – عندما تكون مياه الرشح مرتفعة داخل البيارة فأنه يجب البدأ في الحفر تحت ضغط الهواء . عند ملاحظة أرتفاع مياه الرشح فيجب زيادة ضغط هواء الي داخل البيارة بنفس قيمة أرتفاع المياه من منسوبها الطبيعي الي منسوب الحفر حتي تكون الأرض في حالة جفاف تام . يدخل العمال الي داخل غرفة الضغط ثم تغلق البوابة الخارجية . نبدأ في رفع الضغط داخل غرفة الضغط و داخل منطقة الحفر في آن واحد حتي نصل الي القيمة اللازمة للتخلص من مياه الرشح . يلاحظ أن ضغط الهواء يزيد قليلا عن عامود المياه ، السبب في ذلك أن هناك كمية من الهواء تفقد في مسام الأرض و في وصلات المواسير – لذلك ، فعند ضغط الهواء يقوم العمال

بالنزول . وفي حالة وجود مياه بسيطة ، يبلغ العمال مسئول محطة الهواء – عن طريق التليفون – برفع الضغط قليلا حتي تمنع المياه و يستطيع العمال القيام بالعمل في سهولة ويسر .

٤ – يبدأ في الحفر ، فيتم تعبئة جرادل معدنية أسطوانية خاصة بمقاسات تناسب ماسورة العمـــل ، سعتها ١/ ٨ م٣ معلقة بسلك صلب متصل بموتور الرفع عند غرفة الضغط . يرفع الجردل الي أعلي ثم يقوم أحد العمال بغلق الباب العلوي علي القيسون لعزل ماسورة العمل و منطقة الحفر عن الضغط الجـوي الخارجي. يفتح باب جانبي لخروج الجردل و يفرغ من الأتربة ثم يعود الي الداخل و يغلق الباب الخارجي . يفتح الباب علي ماسورة العمل و يهبط الجردل الي أسفل للتعبئة وهكذا . يراعي أن يتم الحفر بانتظام علي كامل مسطح البياره . تبلغ الأنتاجيه ٢ – ٢,٥ م٣ أتربة في الساعة (في حالة الحفر اليدوي) .

٥ – باستمرار الحفر و التعميق يكون القيسون معلق بسبب ضغط الهواء في غرفه التشغيل . نقوم بالعمل مده أسبوع و حتى يكون العمق أسفل السكينة قد وصل إلى ٧٠ – ٨٠ سم . نخرج العمال ثم نوقف ضغط الهواء (تدريجيا) ، ليهبط القيسون بالمقدار السابق . يعاد العمل كما سبق حتى يتم التغويص بالكامل . يتوالي الصب للحوائط مع استمرار التغويص . شكل (٨) يوضح عملية تنفيذ قيسون داخل مجري النهر .

يتم عمل ميزانية علي القيسون – يوميا – و اكتشاف ميل القيسون من عدمه . ومن المشاكل الشائعة حدوث ميل للقيسون بعد الهبوط – لذلك يبلغ رئيس الوردية بضرورة تعميق الحفر في الناحية العالية من الحفر أكثر من الناحية المقابلة حتى نستعيد توازن القيسون مرة أخري . القيسون أثناء التنفيذ .

ملاحظات علي عملية الحفر :

١ – عند أنتهاء أعمال الحفر والوصول إلى المنسوب النهائي – و المفروض أنه طبقه رملية – تؤخذ حوالي ١٠ عينات من أماكن متفرقة من القيسون في أكياس بلاستيك و ترسل إلى استشاري التربة و الأساسات للمعاينة و الاعتماد .

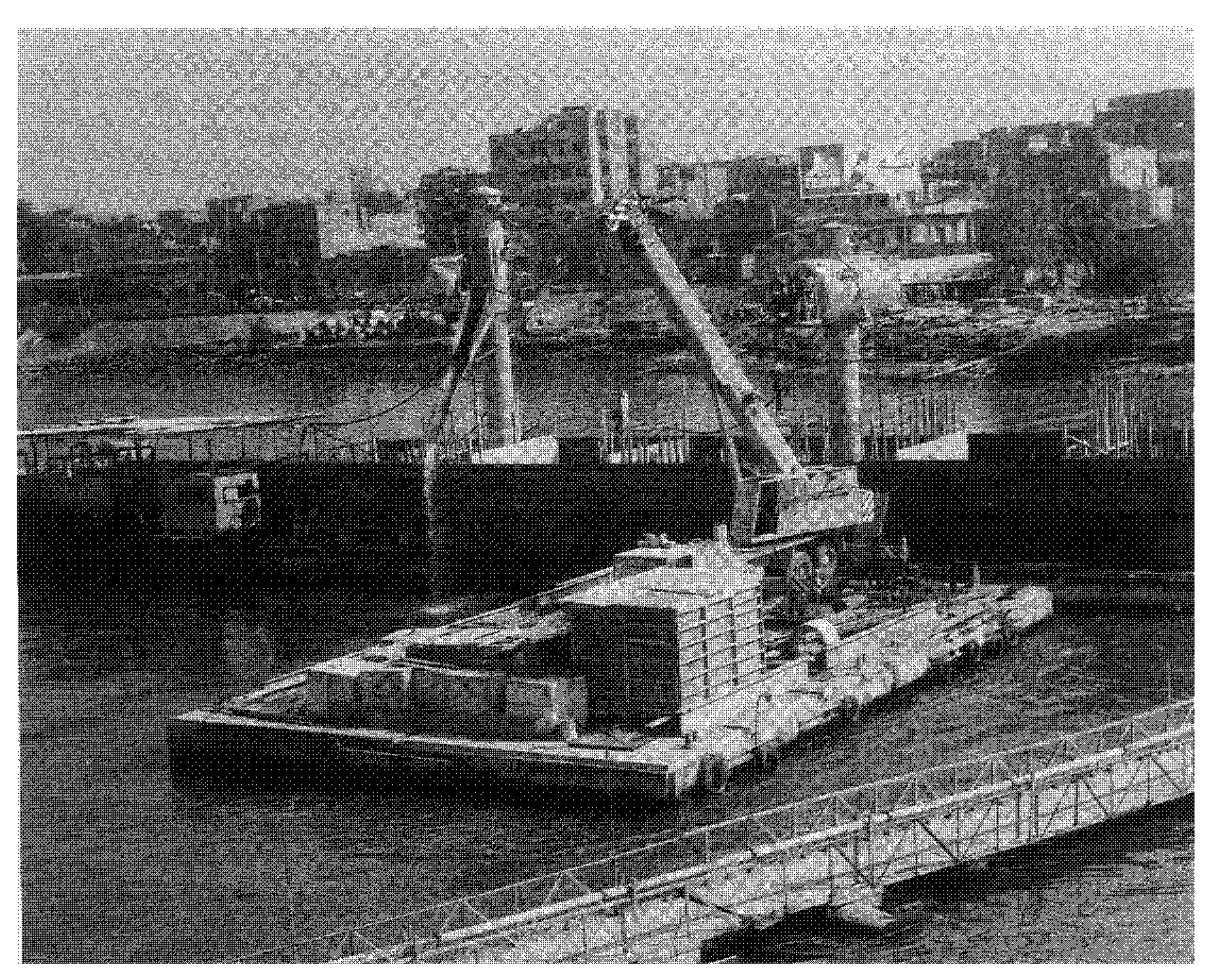
في حاله وجود أي مواد طينية أو غير مرغوب فيها ظهرت بالعينات – و في حالة طلب المهندس الاستشاري تعميق الحفر – فأنه يجب زيادة الحفر إلى عمق أكبر بحوالي ١ متر ، و تؤخذ العينات مره أخري للاعتماد . لا يسمح بهبوط القيسون للعمق الجديد و يترك معلق تحت تأثير ضغط الهواء ثم نبدأ في صب هذه الفراغ بالخرسانة العادية حتى بطنيه السقف .

٢ – يمنع التدخين نهائيا حيث يكون الجو مشبعا بالأكسجين . كما تستخدم لمبات للأناره بقوه ١٢ فولت حتى لا تتسبب في أي حوادث .

٣ – يمكن تنزيل معدة حفر – تعمل بالبطاريات – داخل منطقه التشغيل مثل الحفار للإسراع بمعدلات العمل . يتم تنزيله إلى داخل منطقة الحفر أسفل البيارة مفككا علي أن يتم تجميعه فيها . يحظر استخدام أي معدة تعمل بالديزل حيث تنتج غازات ضارة بالعاملين .

صب الخرسانة العادية داخل منطقه التشغيل :

بعد انتهاء عملية الحفر و اعتماد المنسوب النهائي من استشاري التربة و الأساسات ، نبدأ في صب الخرسانة العادية لملء هذه المنطقة بالكامل . تصب الخرسانة العادية من الأسمنت بنسبه ٤٠٠كجم أسمنت / م٣ مع أضافه مادة مقاومة للرشح للخلطه الخرسانية . يتم خلط الخرسانة خارج القيسون ثم تعبئة جردل الحفر بها . يدخل الجردل إلى داخل ماسورة العمل و يغلق الباب الخارجي ثم يفتح باب القيسون . ننزل الجردل إلى داخل القيسون بالرافعة الكهربائية ثم يتم تفريغه و نقل الخرسانة إلى مكان الصب . يفضل صب الأجزاء أسفل السكينة أولا لتثبيت موقع القيسون بشكل نهائي ثم الأجزاء الوسطي بعد ذلك .



شكل (٨)

القيسون أثناء التنفيذ في المجري المائي

طرق أنشاء الكباري

طرق أنشاء الكباري

تتعدد الطرق لتنفيذ جسم الكوبري تبعا لتوافر التكنولوجيات اللازمة للأنشاء أو طبيعة موقع العمل ٠٠٠٠ ومن هذه الطرق المنفذة في جمهورية مصر العربية ما يلي :

١ – نظام العربات الكابوللية المتحركة Cantilever carriage system . منفذ في كوبري ٦ أكتوبر وروض الفرج و كوبري الجيزة .

٢ – نظام دفع الهيكل العلوي Deck pushing system . منفذ في كوبري الزمالك .

٣ – نظام الكمرات الطائرة Launching girders system منفذ في أمتداد كوبري ٦ أكتوبر .

٤ – الكباري المعدنية Metallic bridges منفذة في كوبري الملك الصالح وكوبري الفردوس والعباسية .

٥ – الكباري المعلقة Suspended bridges مثل كوبري مبارك علي قناة السويس و كوبري ٦ أكتوبر .

أولا : نظام العربات المتحركة Cantilever Carriage System .

يصلح هذا النظام في الكباري علي المجاري المائية حيث لا يتطلب العمل أية شدات ، كما أنه يمتاز بالبحور الكبيرة مما يقلل في أعمال الأساسات .

وصف عام لطريقة التنفيذ :

١ – ينفذ الجزء الأول (الشريحة رقم صفر) بطول يتراوح بين ١٠ – ١٥ متر فوق أرتكاز الكوبري (البغلة) وتسمي Stump أي الجذع . تكون هذه الشريحة متصلة أتصالا جاسئا بالبغلة أو مثبتة مؤقتا.

٢ – تركب العربات الكابولية علي طرفي الشريحة الأساسية (الجذع) ثم تنفذ الشرائح بالتبادل كما سيرد ذكره . ويعمل الكوبري مثل كابولي مزدوج ويعمل له شد مسبق سابق للأجهاد Pre stressing علي هذا الأساس .

٣ – ترتكز العربة الكابولية علي طرف الشريحة السابقة للشريحة المطلوب تنفيذها وتثبت من الخلف لحفظ الأتزان وتمتد علي شكل كابولي لتحمل وزن الشريحة الجديدة ، كما يوجد أمتداد أضافي للكابولي يحمل سقالة التشغيل Working Platform – شكل (١) .

وصف العربة الكابولية المتحركة :

العربة الكابولية المتحركة عبارة عن منشأ من الصلب (جمالون) يحمل شدة خرسانية تحمل بدورها شريحة من الخرسانة (بقطاع صندوقي) طولها ٣ – ٥ متر و التي تمثل جزء من الكوبري و ترتكز بدورها عي شريحة الكوبري السابقة – شكل (١) . العربة مزودة بنظام للحركة والأنتقال وكذلك نظام آخر للتثبيت .

المكونات الأساسية العربة :

١ – عدد ٢ جمالون معدني علي الأطراف :

كل جمالون يرتكز علي مجموعة عجلات أمامية [رقم (٤) – شكل (١) ، شكل (٧)] ، كما ترتكزان علي مجموعة من العجلات الخلفية (وقت الحركة وأنتقال العربة) أو تثبيتهما من الخلف وقت الصب [رقم (٥) – شكل (١) ، شكل (٥)] .

يمتد الجمالونان الي الأمام لحمل شريحة الكوبري الخرسانية والشدات الخاصة بالقطاع الخرساني ، كذلك يحمل الجمالون العلوي الأمامي (المرآة الأمامية – رقم ٢) شكل (١) ، شكل (٥) .

٢ – المرآة الأمامية :

وهو عبارة عن جمالون معدني محمل علي الجمالونين الرئيسيين ، معلق منه شدادات تحمل كل من أرضية الكوبري والكمرات والبلاطة العلوية . يتم ضبط هذه الشدادات للتحكم في عمق قطاع الكوبري و مناسيبه .

٣ – المرآة الخلفية :

وهو عبارة عن جمالون معدني متصل بالجمالونين الرئيسيين الجانبيين فوق مجموعة العجل الأمامي وهو مهم لأتزان العربة في الأتجاه العرضي .

٤ – مجموعة العجلات الأمامية :

هي ٤ عجلات تحت كل جمالون من الجمالونين – شكل (٧) . تتحرك العجلات علي قضبان من الصلب مثبين أعلي بلاطة الكوبري علي فرشات خشبية علي جانبي كل من الكمرات الطولية للكوبري .

في الوضع الثابت ، تكون العربة مرتكزة علي روافع هيدروليكية (كوريكات) حمولة ٢٠٠ طن ، وترتفع هذه الروافع لأعلي في حالة حركة العربة – شكل (٤) .

٥ – مجموعة العجلات الخلفية :

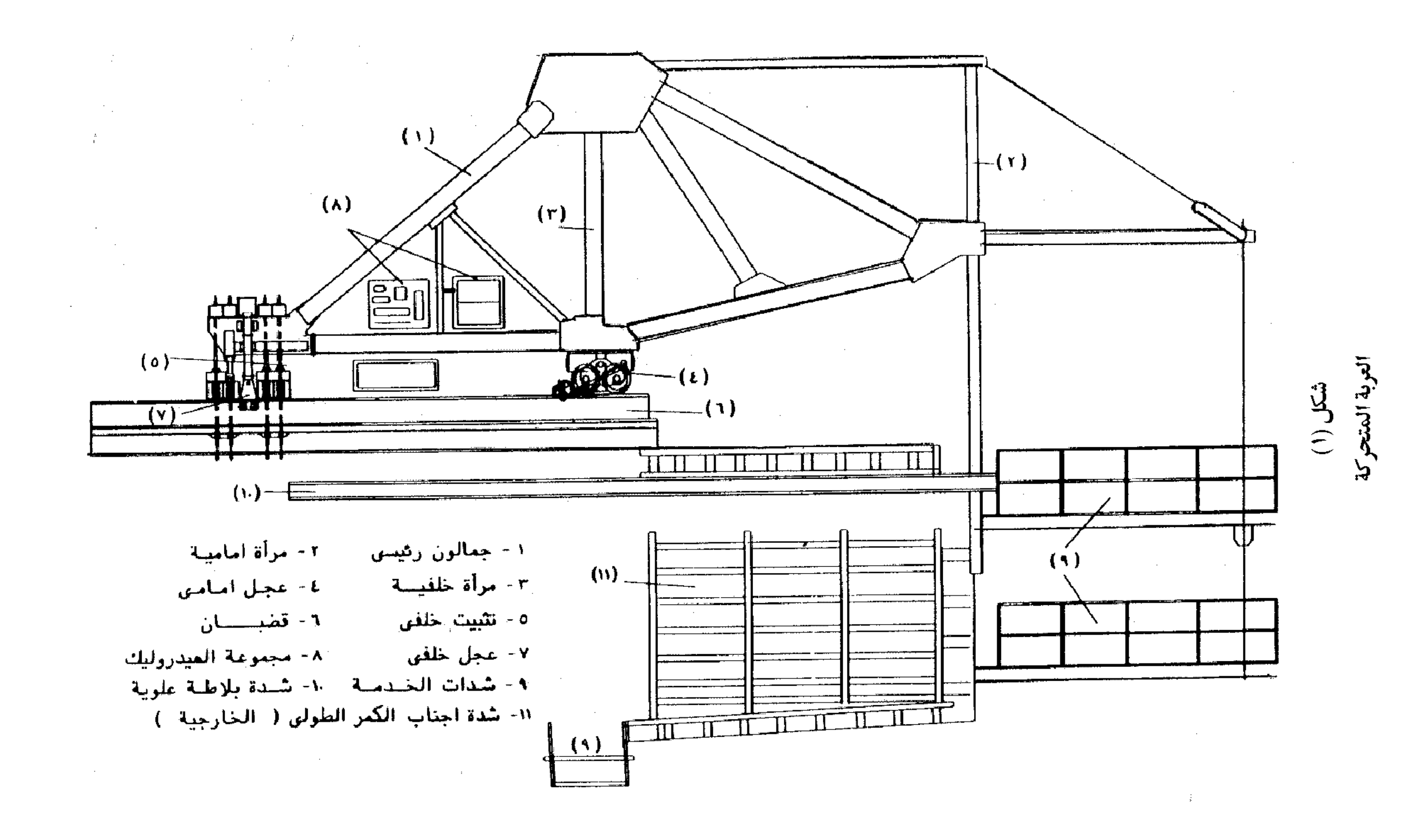
ترتكز مجموعة العجلات الخلفية علي السطح السفلي للشفة العلوية للقضيبين لحفظ أتزان العربة المتحركة أثناء السير – شكل (٥) . أما في الوضع الثابت فيتم التثبيت في الكمرات الطولية حول مجموعة العجلات السفلية بأسياخ شد – شكل (٦) .

٦ – مجموعة الحركة والتشغيل الهيدروليكي :

وتتكون من طلمبات الزيت وهي ضواغط هيدروليكية تثبت علي جانبي مجموعة العجلات الأمامية – شكل (٧) . تسير العجلات خطوة خطوة ، كل خطوة مسافة ٥٠ سم .

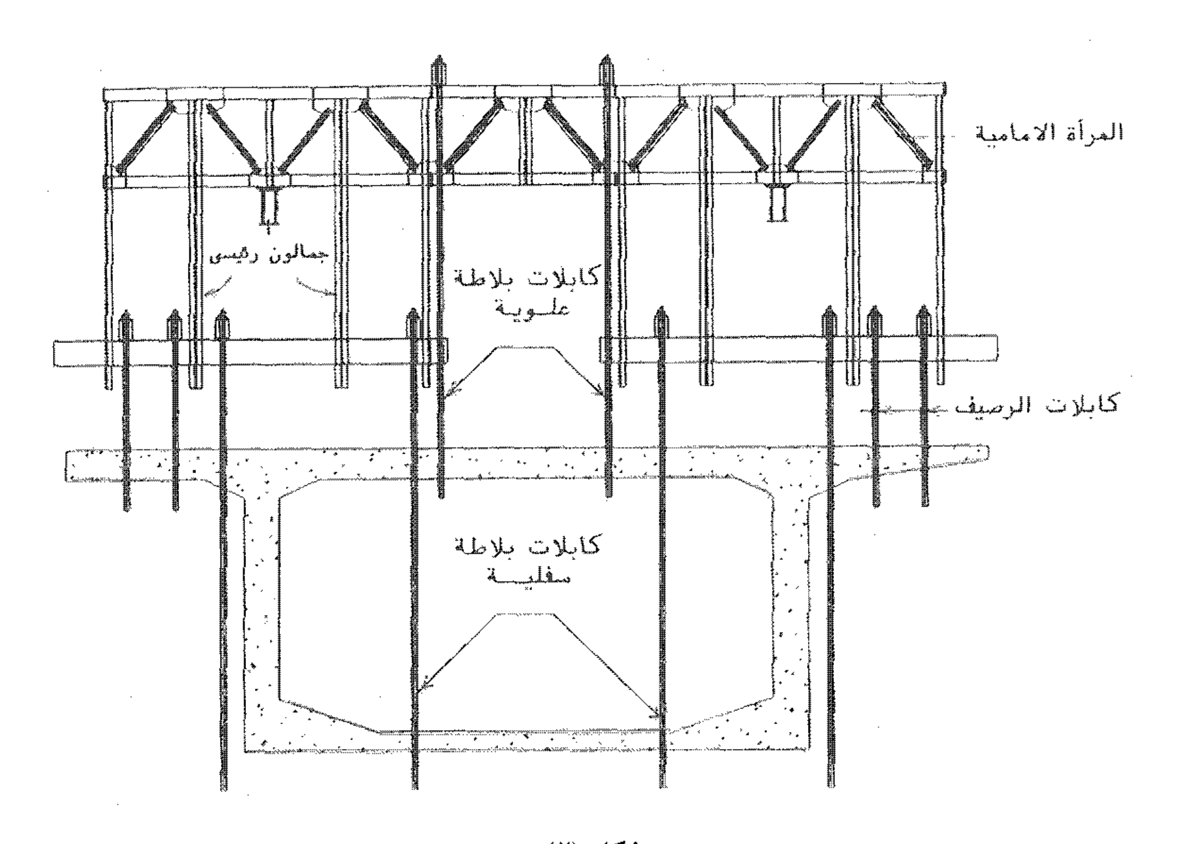
٧ – القضبان :

وهما قضيبان طول كل منهما ١٢ مترتحت كل جمالون رئيسي . تتحرك مجموعات العجل الأمامي والخلفي علي هذه القضبان أثناء سير العربة الي الأمام . وهما مثبتان علي علفات خشبية علي جانبي كل من الكمرات الطولية للكوبري .



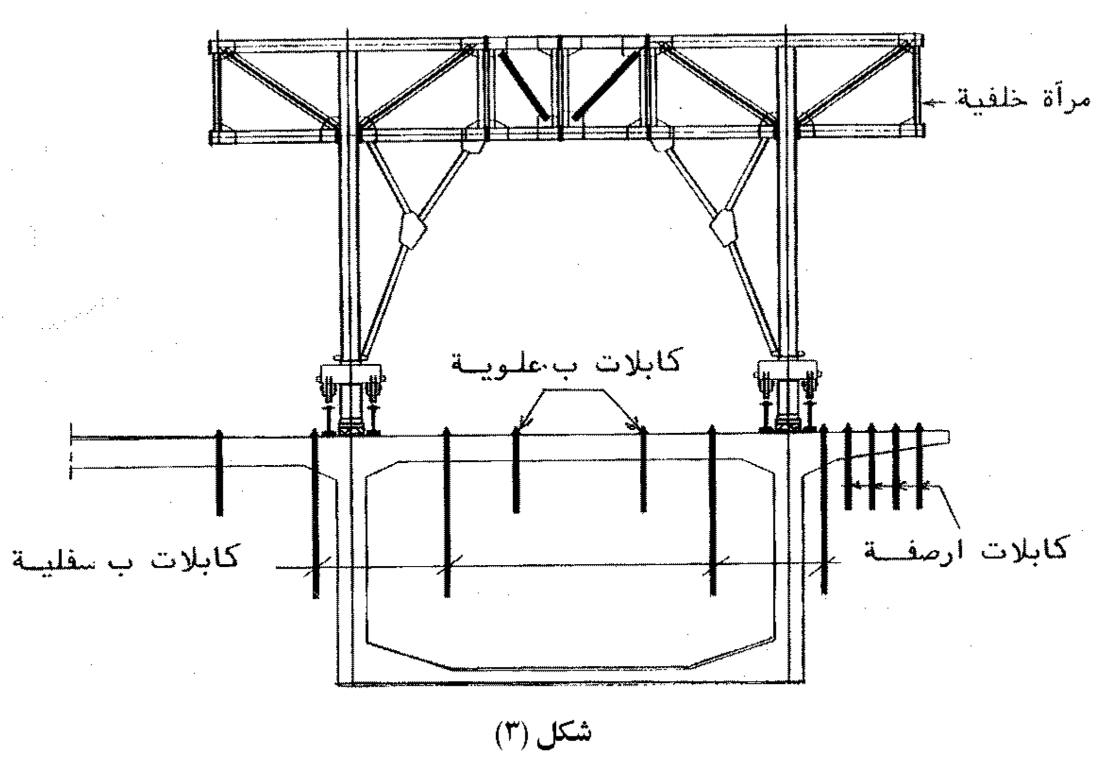
شكل (١)

العربة المتحركة



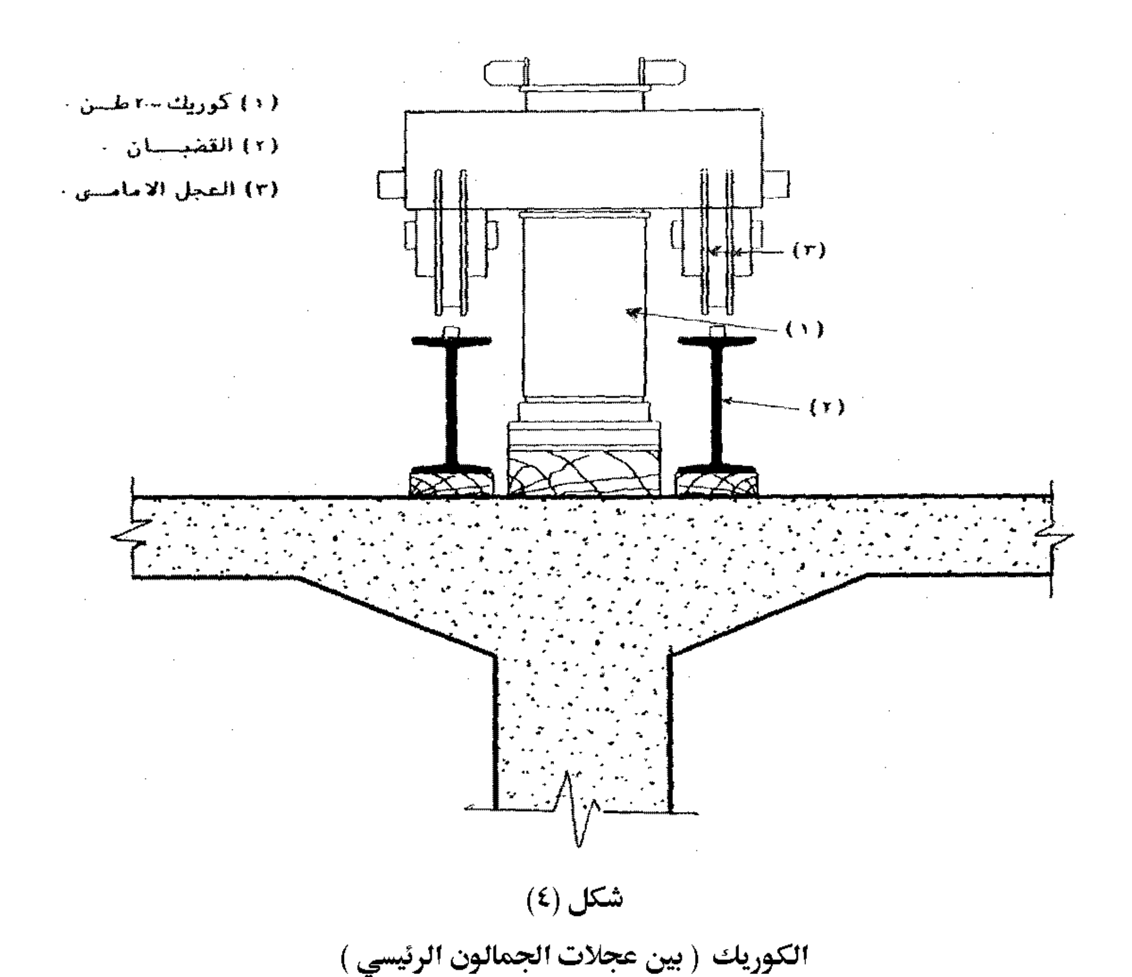
شكل (٢)

Front Transverse Girder– المرآة الأمامية



شكل (٣)

Rear Transverse Girder– المرآة الخلفية

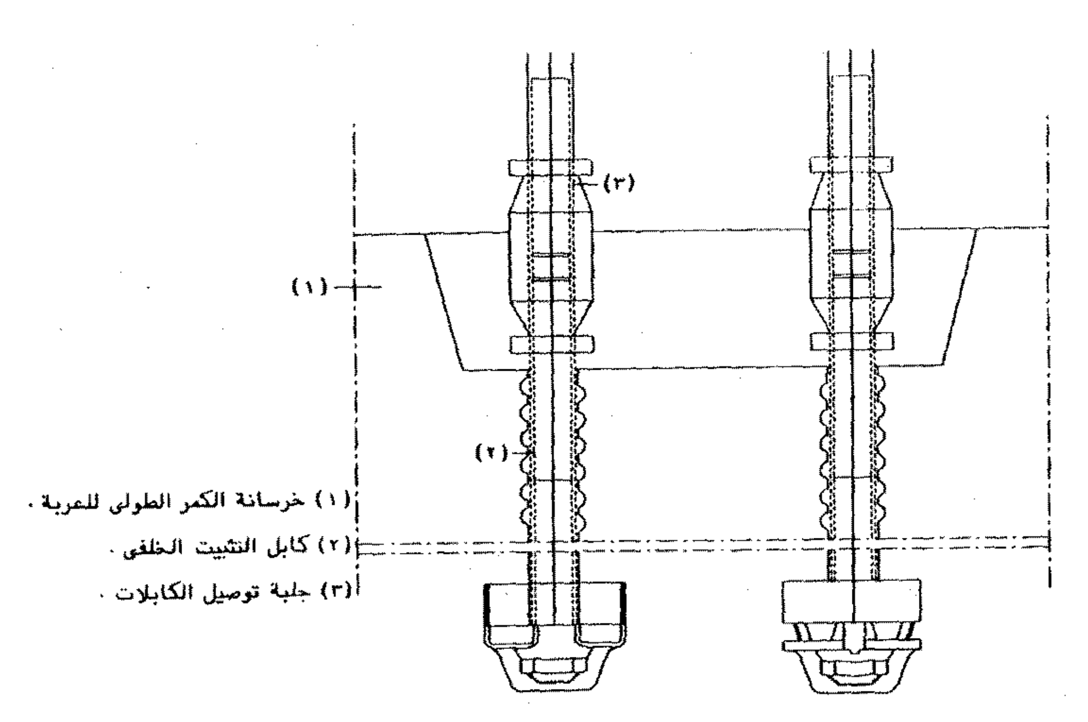


شكل (٤)

الكوريك (بين عجلات الجمالون الرئيسي)

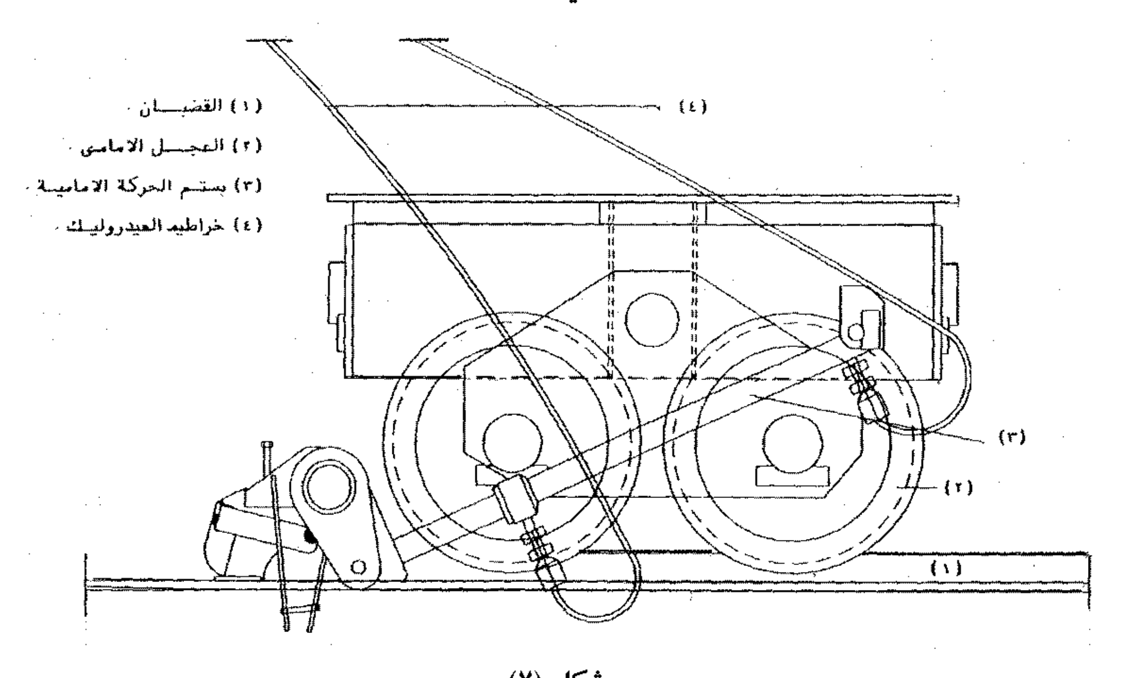
شكل (٥)

العجل الخلفي



شكل (٦)

التثبيت الخلفي للعربة المتحركة



شكل (٧)

تفاصيل العجلات الأمامية

الشدات الخرسانية المسلحة لقطاع الكوبري :

تتكون الشدات المساحة من :

١ – الشدات للبلاطة السفلية من القطاع الصندوقي الخرساني للكوبري – شكل (٨) .

٢ – شدات الجوانب للقطاع الخرساني للكوبري – شكل (٩) .

٣ – شدة البلاطة العلوية للقطاع الصندوقي للكوبري – شكل (١٠) .

٤ – شدة الكوابيل الخرسانية الجانية (الأرصفة) – شكل (١١) .

٥ – شدات الأركان : وهي مكونة من ألواح صلب مقواة بزوايا صلب مرتكزة علي كل من شدات الجوانب والبلاطة العلوية والبلاطة الكابولية . يتم تبيت هذه الشدات من الخلف بالخرسانات .

هذه الشدات مزيج من قطاعات من كمرات صلب مع أخشاب نجارة تكون الشدة اللازمة .

خطوات تحريك وضبط الحركة :

بعد الأنتهاء من تركيب العربات علي جانبي الجذع **Stump** يتم عمل الخطوات التالية :

١ – تحديد المحور مساحيا مع ضبط المناسيب .

٢ – العربة في وضع الثبات ومحملة علي الكواريك وأن عجلات العربة حرة و مرفوعة عن القضيب .

٣ – يتم تحريك القضبان علي الخرسانة بواسطة أذرع الحركة هيدروليكيا (مشوار الحركة = ٥٠ سم) – تكون المسافة اللازمة للحركة = ٥ أمتار ، لذلك يتم تحريك القضبان ١٠ مشلوير .

٤ – يتم تشغيل الكواريك (٢٠٠ طن) الموجودة بين القضيبين بواسطة طلمبات هيدروليكية خاصة – شكل (٤) .

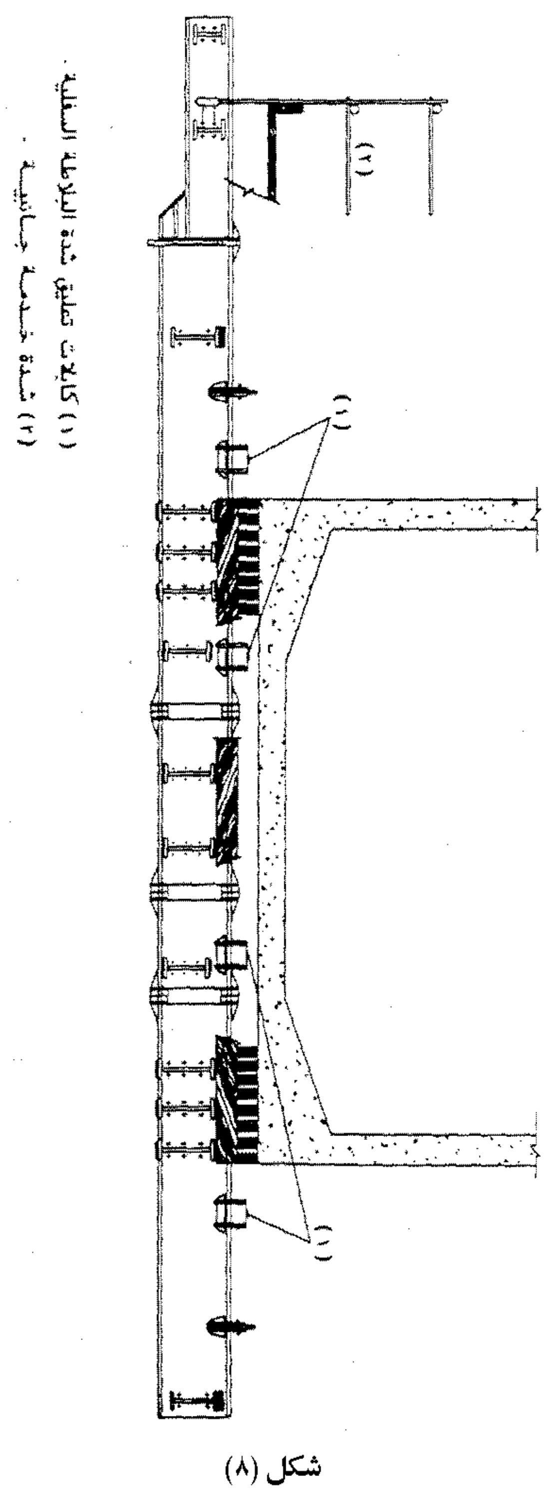
٥ – تهبيط جميع الشدات السابقة وفك كابلات التثبيت بها من الشريحة السابقة الي الشريحة الجديدة .

٦ – تضبط القضبان بعد تحريكها في الأماكن الجديدة . تتحرك الجمالونات علي القضبان مسافة ٥ أمتار .

٧ – بعد الأنتهاء من عملية التحريك و الضبط النهائي للعربة ، تضبط الشدات كل علي حدة ويتم تثبيتها بالكابلات والشدادات حسب المناسيب .

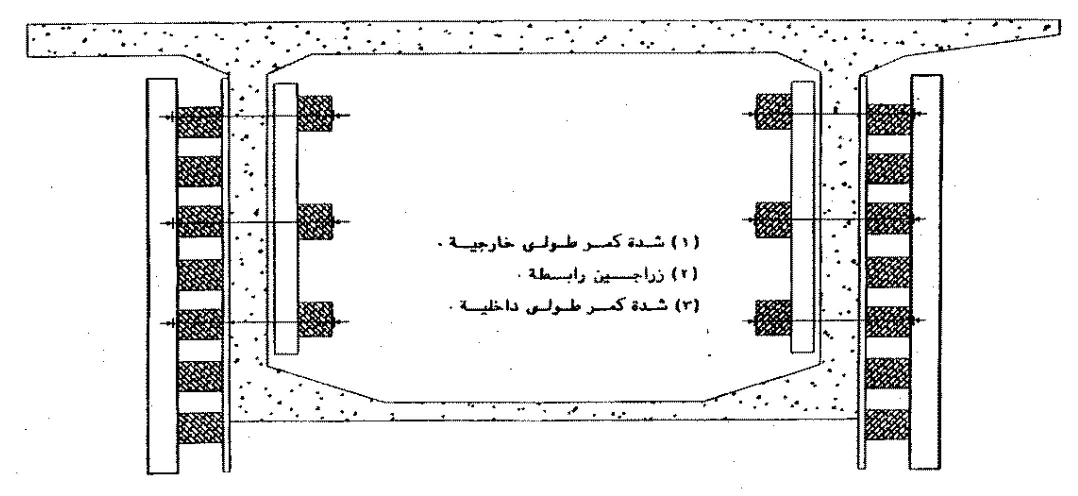
٨ – يركب حديد التسليح والكابلات السابقة للأجهاد .

٩ – صب الخرسانات مع العناية الفائقة بصناعة الخرسانة .



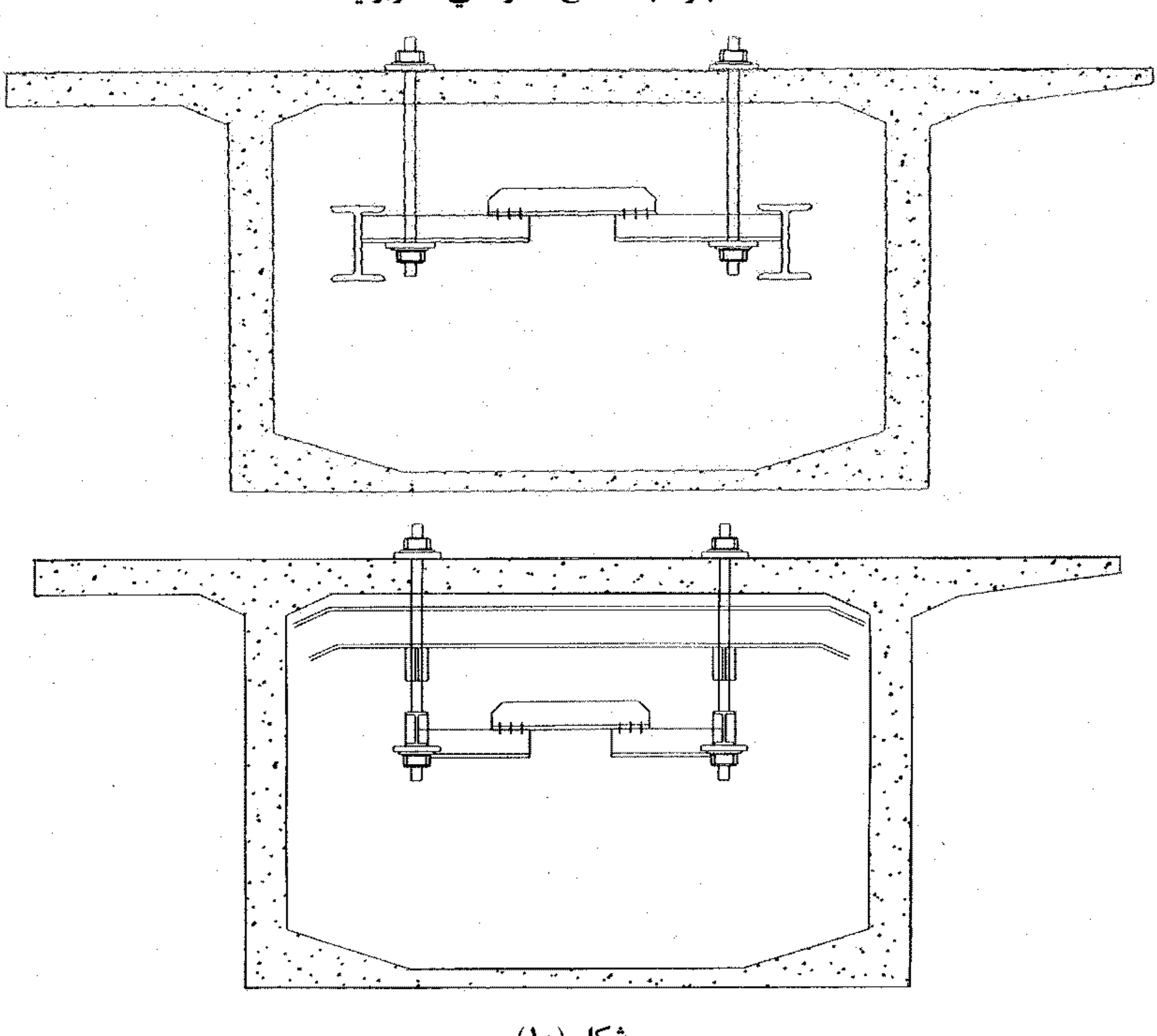
شكل (٨)

تفاصيل شدة البلاطة السفلية للقطاع الخرساني



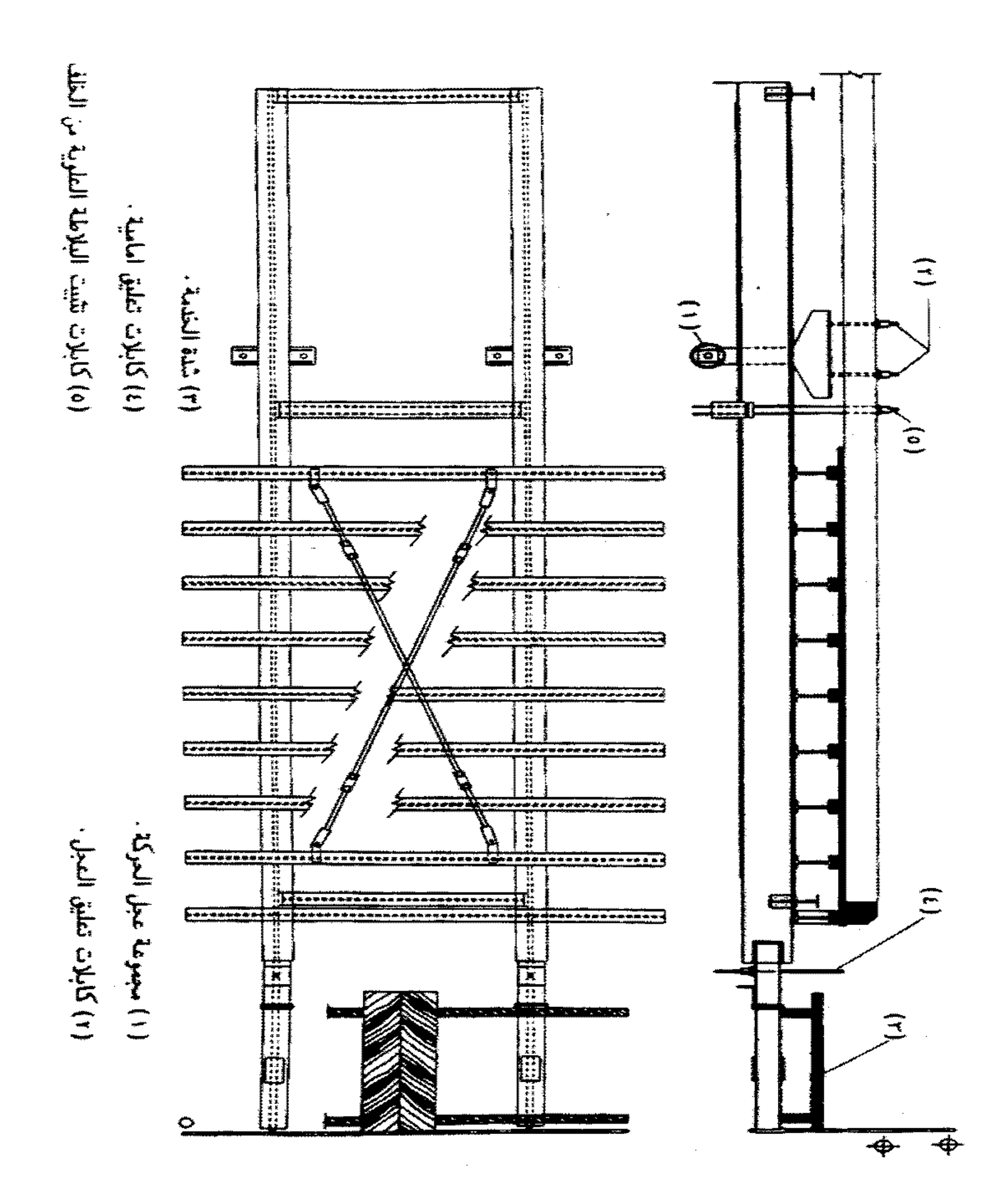
شكل (٩)

شدات جوانب القطاع الخرساني للكوبري



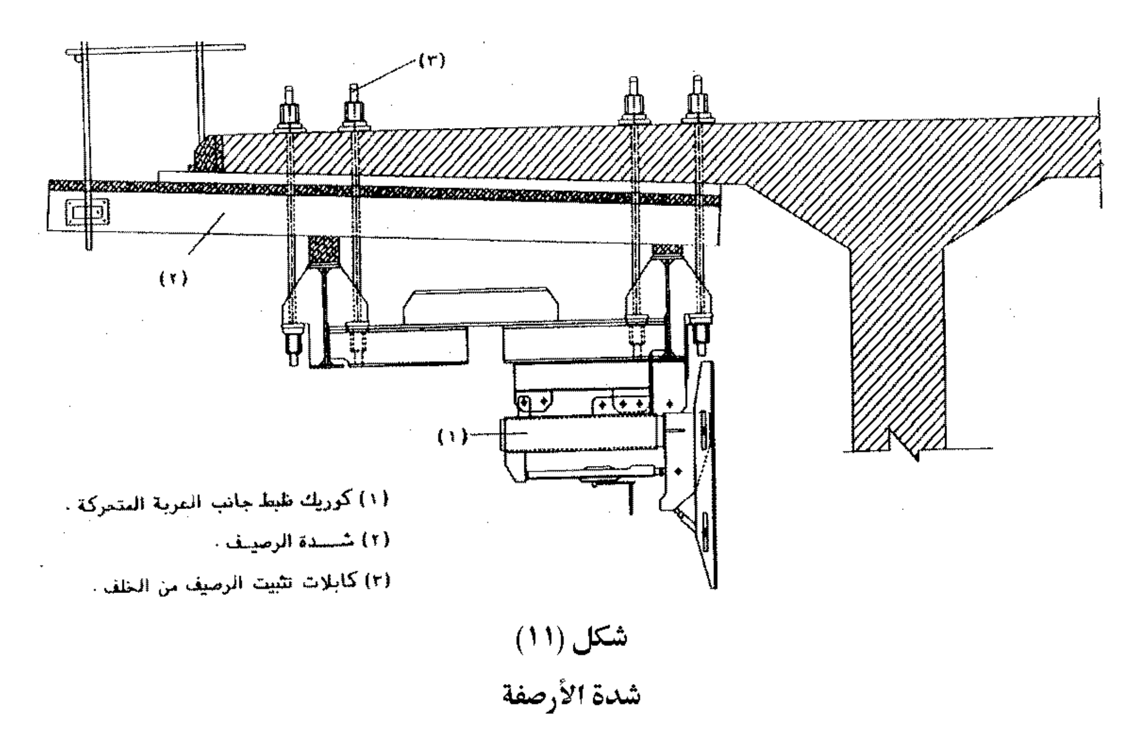
شكل (١٠)

شدات السقف



شكل (١٠)

تفاصيل شدة البلاطة العلوية

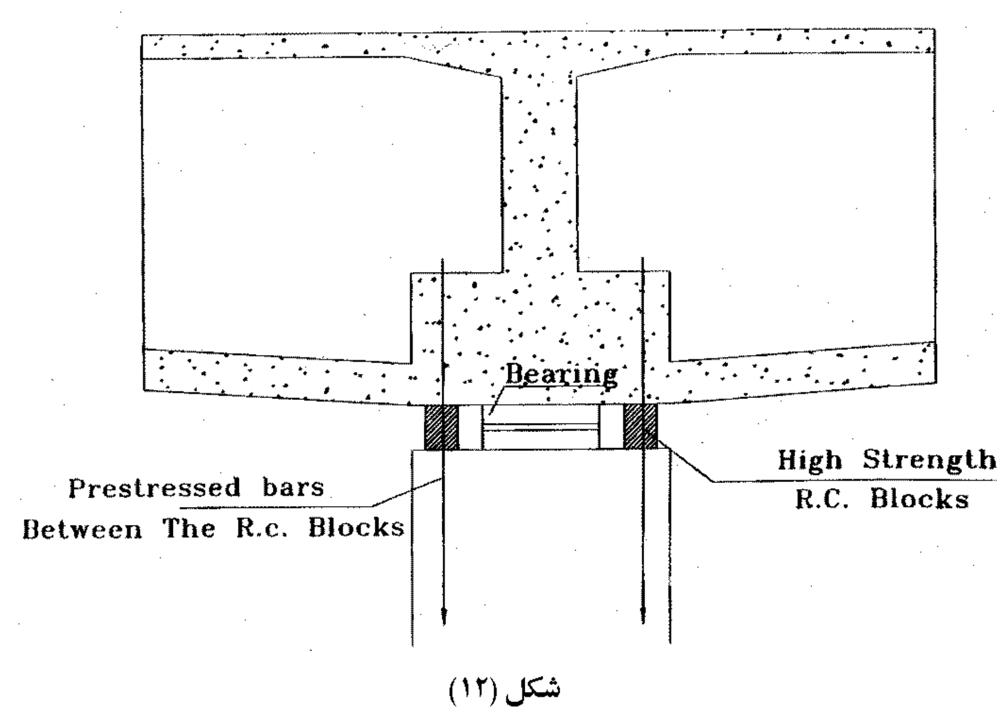


شكل (١١)

شدة الأرصفة

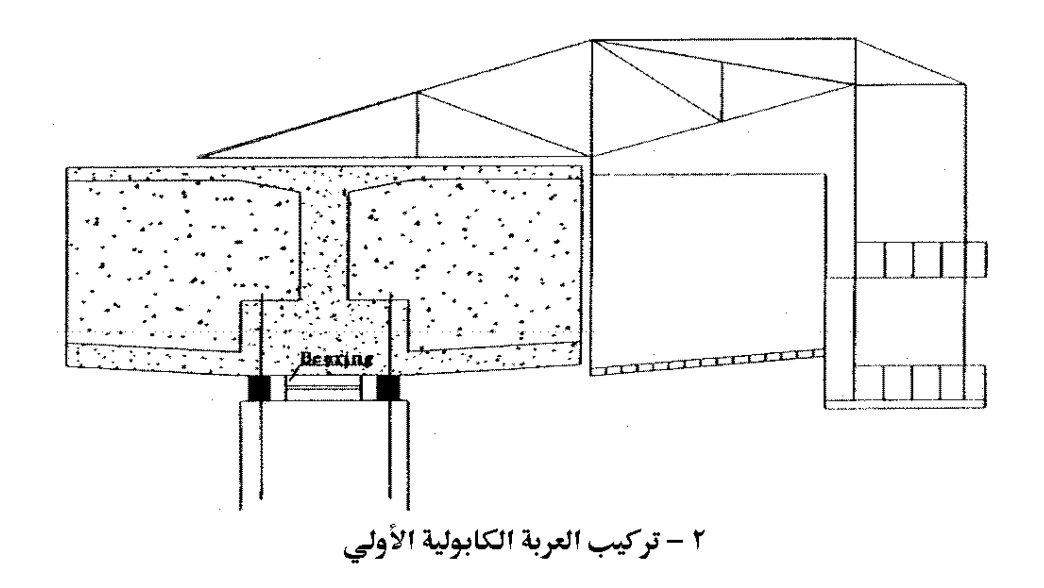
<u>طريقة العمل :</u>

أن النظام الأنشائي لهذا النوع من الكباري يكون بتنفيذ الجذع أولا فوق الأرتكاز ويكون مثبتا في الأرتكاز أما تثبيتا مؤقتا أو تثبيتا دائما . وفي الحالتين تصمم الأساسات و الأرتكاز لتحمل فروق عزوم الأنحناء الناتجة عن وزن الشريحة الزائدة علي جانبي الأرتكاز أثناء التنفيذ – خطوات العمل شكل (١٢).



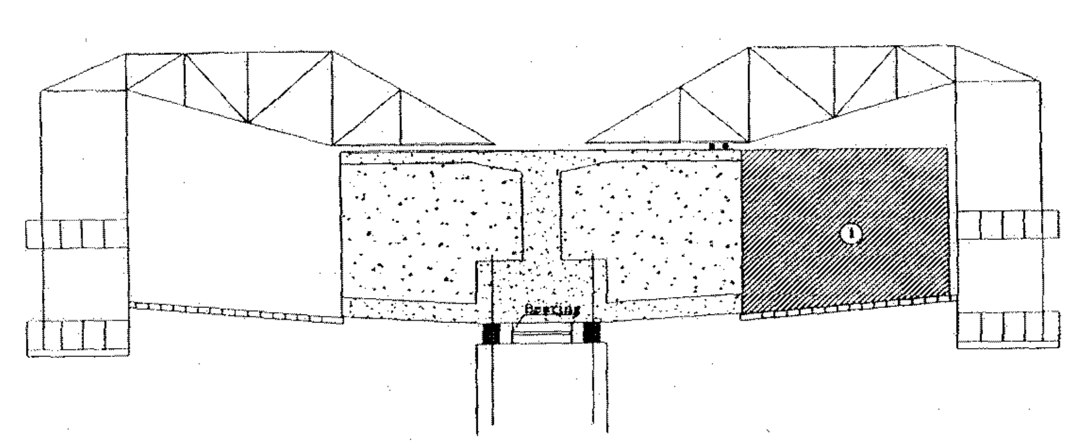
شكل (١٢)

١ – تنفيذ الجذع (Stump) علي شدات ثابتة

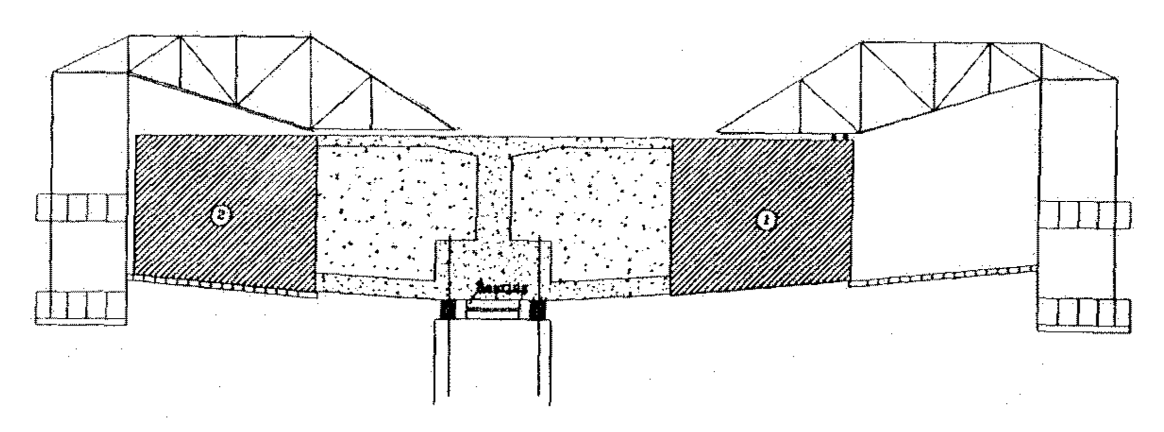


٢ – تركيب العربة الكابولية الأولي

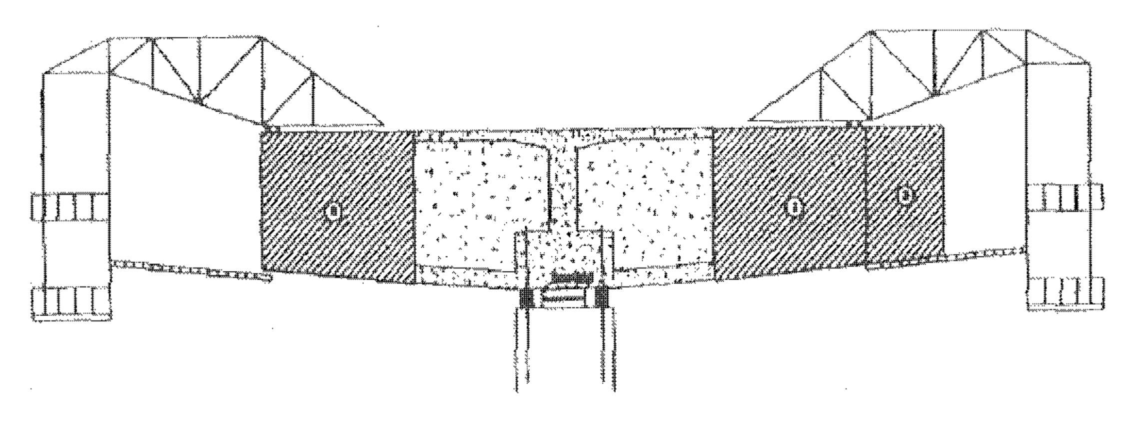
٣ – صب الشريحة الأولي



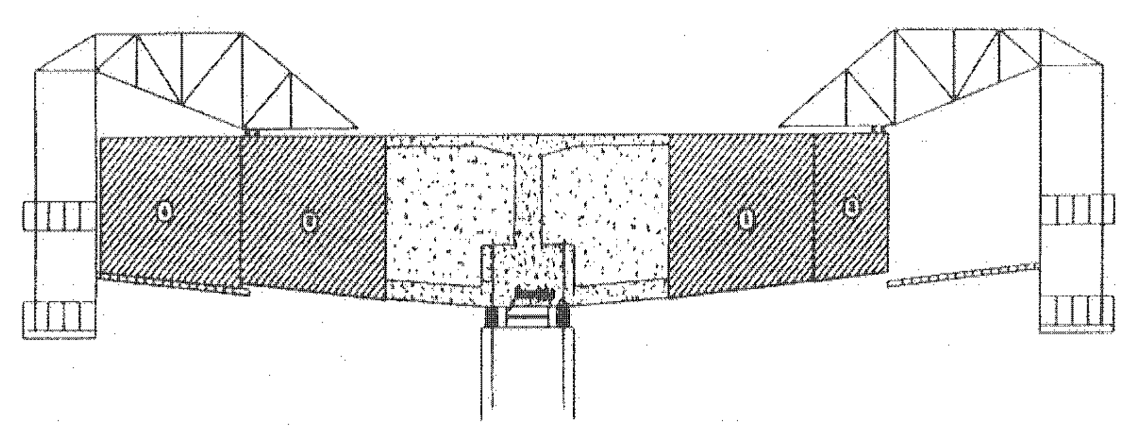
٤ – صب الشريحة الأولي – تركيب العربة الثانية ثم شد الشريحة الثانية



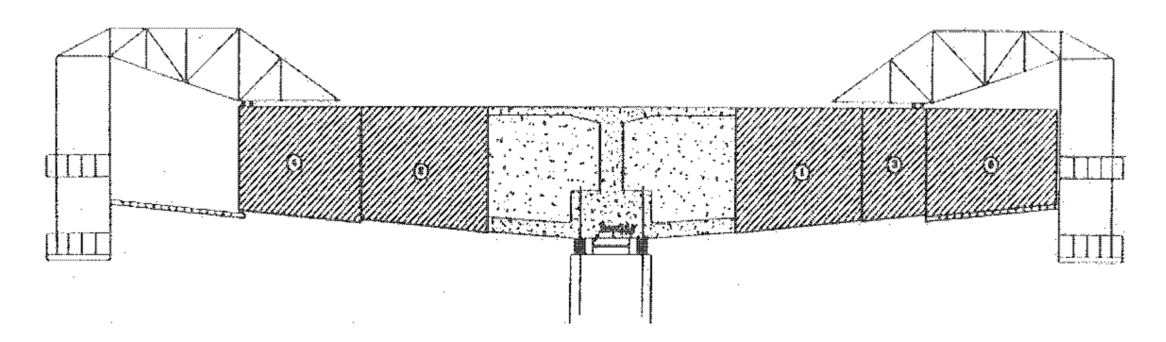
٥ - صب الشريحة رقم ٢ - شد كابلات الشريحة رقم ١



٦ - صب الشريحة رقم ٣ - شد الكابلات في الشريحة رقم ٢ - تحريك العربة للشريحة رقم ٤



٧ - صب الشريحة رقم ٤ - شد الكابلات في الشريحة رقم ٣- تحريك العربة الي الشريحة رقم ٥



٨ – صب الشريحة رقم ٥ شد الكابلات في الشريحة رقم ٤ – تحريك العربة الي الشريحة رقم ٦

شكل (١٢)

خطوات تنفيذ العربة المتحركة

ملاحظة :

١ – عند وصول الشرائح الخرسانية للكوبري من علي الأرتكازات ، تبقي شريحة واحدة لأتصال باكيات الكوبري (الشريحة الرابطة) ، تنفذ كما يلي :

تزال أحدي العربات من أي باكية بينما تزال شدة التشغيل من العربة الأخري ، تتحرك العربة لتوصل جزئيي الكوبري . أذا تبين وجود فروق في المناسيب ، يضبط المنسوب إما بواسطة روافع هيدروليكية بشد الجزء المرتفع الي أسفل أو شد الجزء المنخفض الي أعلي بوضع كتل خرسانية بأوزان محسوبة وفي أماكن تصميمية محسوبة ليتساوي الطرفين معا أو بواسطة الطريقتين معا .

٢ – عدم شد الكابلات سابقة الأجهاد ألا بعد وصول الخرسانة الي المقاومة التصميمة .

٣ – يتم رصد المناسيب عند الحد الخارجي للشريحة مي كل من المراحل التالية :

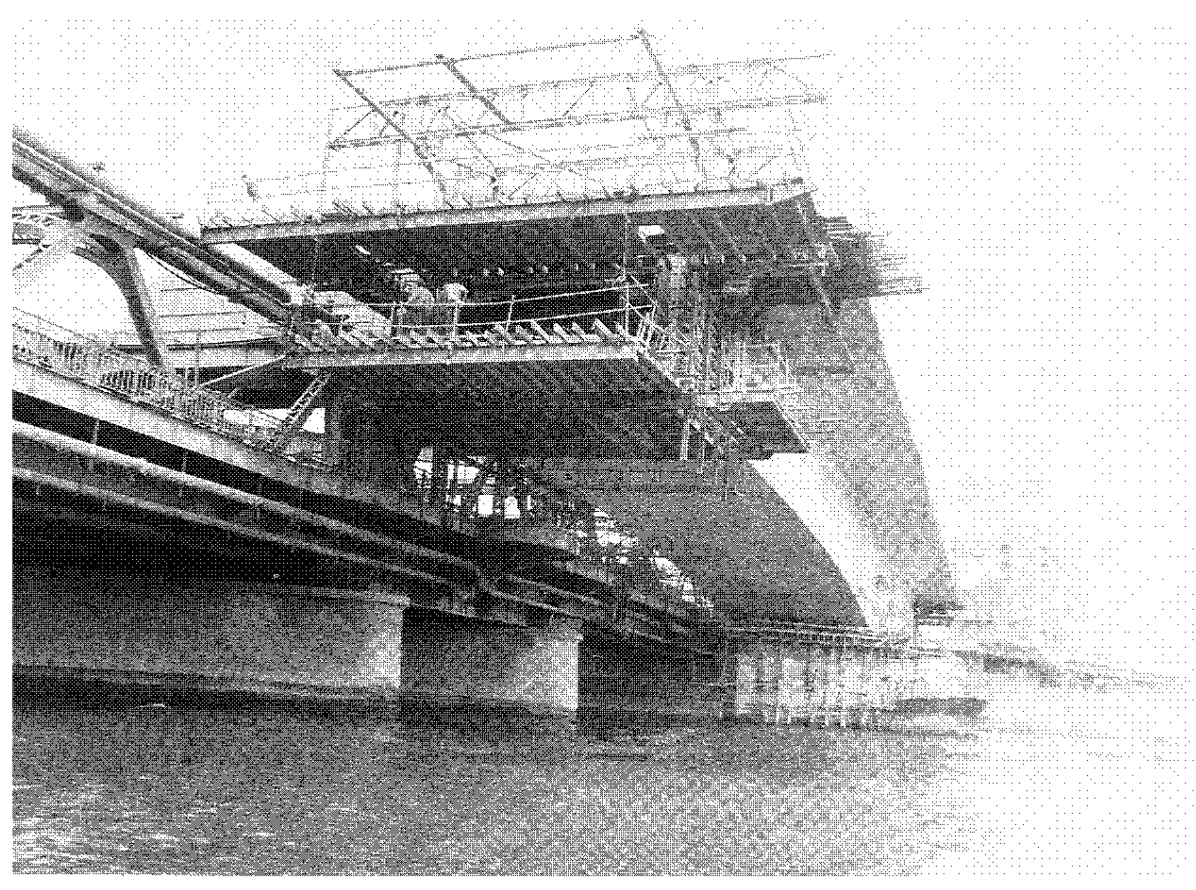
- قبل صب الخرسانة مباشرة .
- بعد تصلد الخرسانة .
- بعد شد الكابلات

مع موافاة المكتب الأستشاري بهذه المناسيب أولا بأول لأدخال أي تعديلات أثناء تنفيذ الشرائح التالية .

معدلات التنفيذ :

تحريك العربة مع ضبط المناسيب	يوم واحد .
رص حديد التسليح وضبط مواقع الكابلات	يومان .
صب الخرسانات	يوم واحد .
معالجة الخرسانة – تحريك العربة للشريحة المقابلة	ثلاثة أيام .
شد الكابلات السابقة للأجهاد	يوم واحد .
قياس المناسيب وصب الشريحة المقابلة	يوم واحد .

يكون معدل التنفيذ في هذه الحالة = ١ متر طولي من الكوبري يوميا تقريبا .



شكل (١٢)

أحد الكباري علي نهر النيل – كوبري أبو العلا (منفذ بطريقة العربات المتحركة)

ثانيا : نظام دفع الهيكل العلوي Deck pushing system .

تنفذ الأساسات كاملة ثم الأعمدة الحاملة للكوبري .

مراحل التنفيذ :

أولا : المرحلة الأولي :

أعداد منطقة التصنيع .

تركيب الشدات لباكية واحدة .

تسليح البلاطة السفلية – عمل الشدات والفرم اللازمة للقطاع الخرساني– الصب .

تسليح البلاطة العلوية – عمل الشدات والفرم اللازمة للقطاع الخرساني – الصب .

تهبيط الشدة .

شد الكابلات سابقة الأجهاد للقطاع بالكامل .

ثانيا : المرحلة الثانية :

١ – سحب القطاع رقم ١ & ٢ .

٢ – تخصص منطقة لتصنيع وصب باكيات الكوبري وتكون عند بداية الكوبري . بعد صب القطاع وشد الكابلات السابقة للأجهاد ، يتم تخفيض الشدة بواسطة الكواريك الهيدروليكية الموجودة علي جوانب الشدة – شكل (١١) . يكون القطاع مرتكزا علي ألواح خشبية متحركة علي شحم فوق ألواح خشبية مثبتة علي كمرتين من الخرسانة .

٣ – يبدأ دفع الكوبري علي الأرتكازات الصلب المغطاة بألواح التفلون سمك ١٣ مم و الشحم لتسهيل الدفع وتقليل الأحتكاك و تقليل القوة الأفقية علي الأعمدة وذلك بواسطة كواريك الدفع الرئيسية – شكل (١٢)

٤ – يقوم عدد ٢ كوريك رفع قدرة الواحد ٥٠٠ طن وأقصي رفع مسموح به للمنشأ هو ٥ مم .

٥ – عدد ٤ كوريك دفع قوة الواحد ١٠٠ طن – مسافة الدفع = ٢٥ سم للمشوار الواحد .

٦ – تتم عملية الدفع بأن يتم رفع الكوبري ٥ مم ثم دفعه للأمام ٢٥ سم ثم يتم تخفيض كوريك الرفع ويعود الي الخلف ٢٥ سم ليبدأ الحركة من جديد . تستغرق هذه الدورة ٧٥ ثانية . يستغرق دفع ١/٢ الباكية بطول ١٢,٥ متر ساعتين فقط.

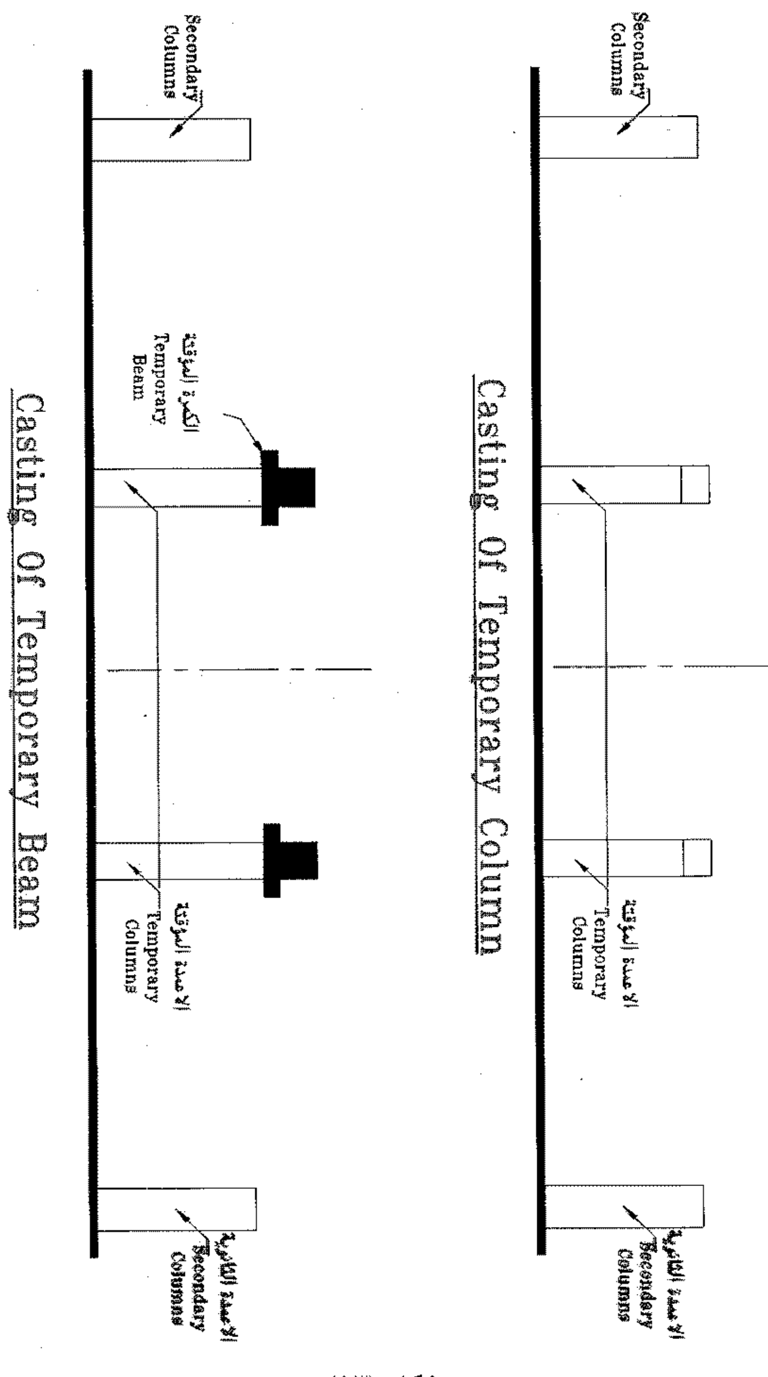
٧ – يتقدم أول الكوبري كمرة معدنية بطول ١٧ متر Steel nose والتي تساعد في تقليل طول الكابولي الخرساني للكوبري أثناء الدفع – شكل (٢٢) .

منطقة التصنيع :

١ – صب الأعمدة المؤقتة لتحميل جسم الكوبري ، كذلك الأعمدة الثانوية لتحميل الكابولي عليها – شكل (١٣) .

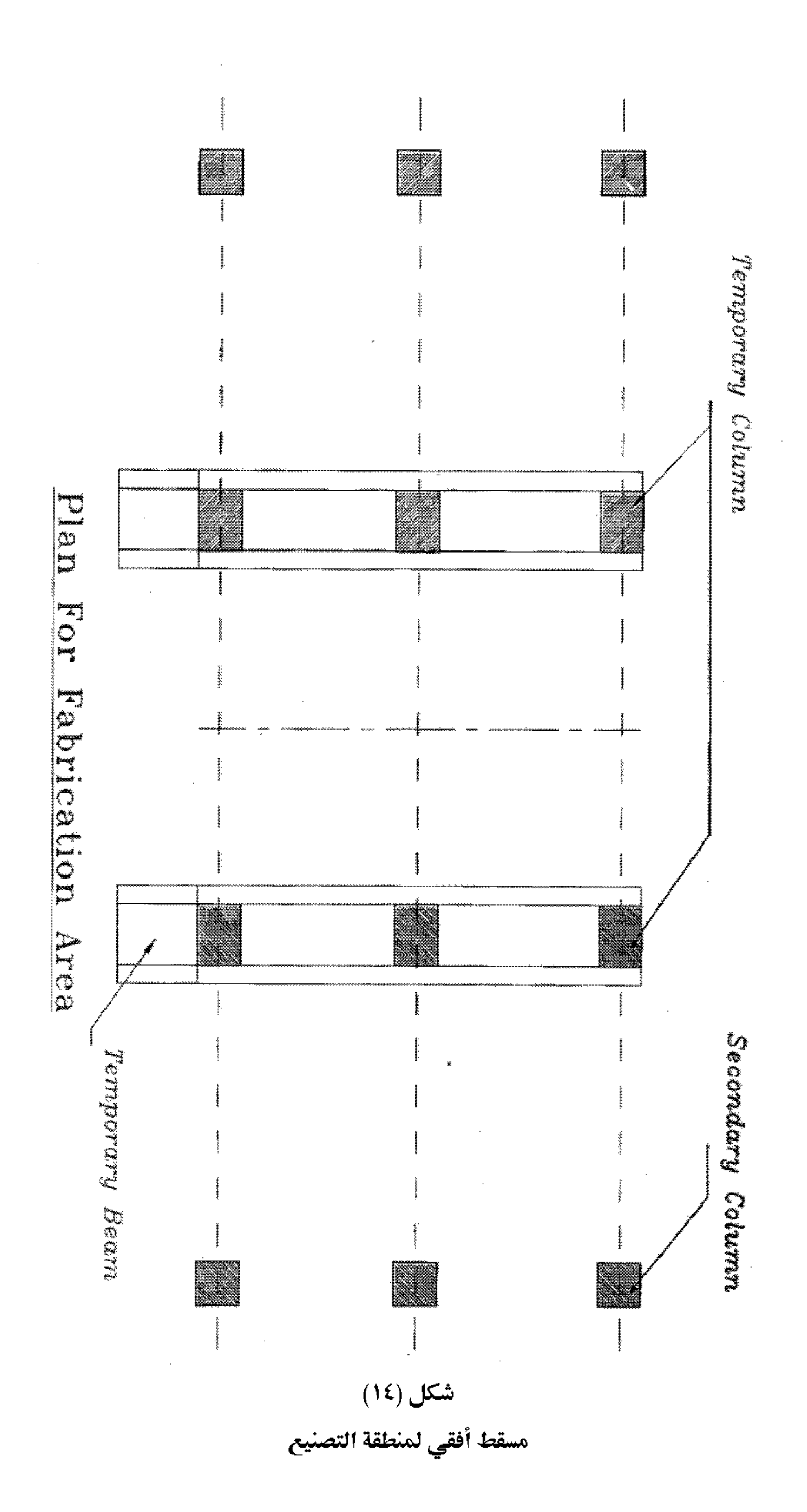
٢ – صب الكمرات المؤقتة فوق الأعمدة المؤقتة – شكل (١٣) ، شكل (١٤) .

٣ – تثبيت ألواح خشبية **Hard Wood** بواسطة مساير فيشر – يوضع عليها خشب الكونتر أثناء الدفع – شكل (١٥) .



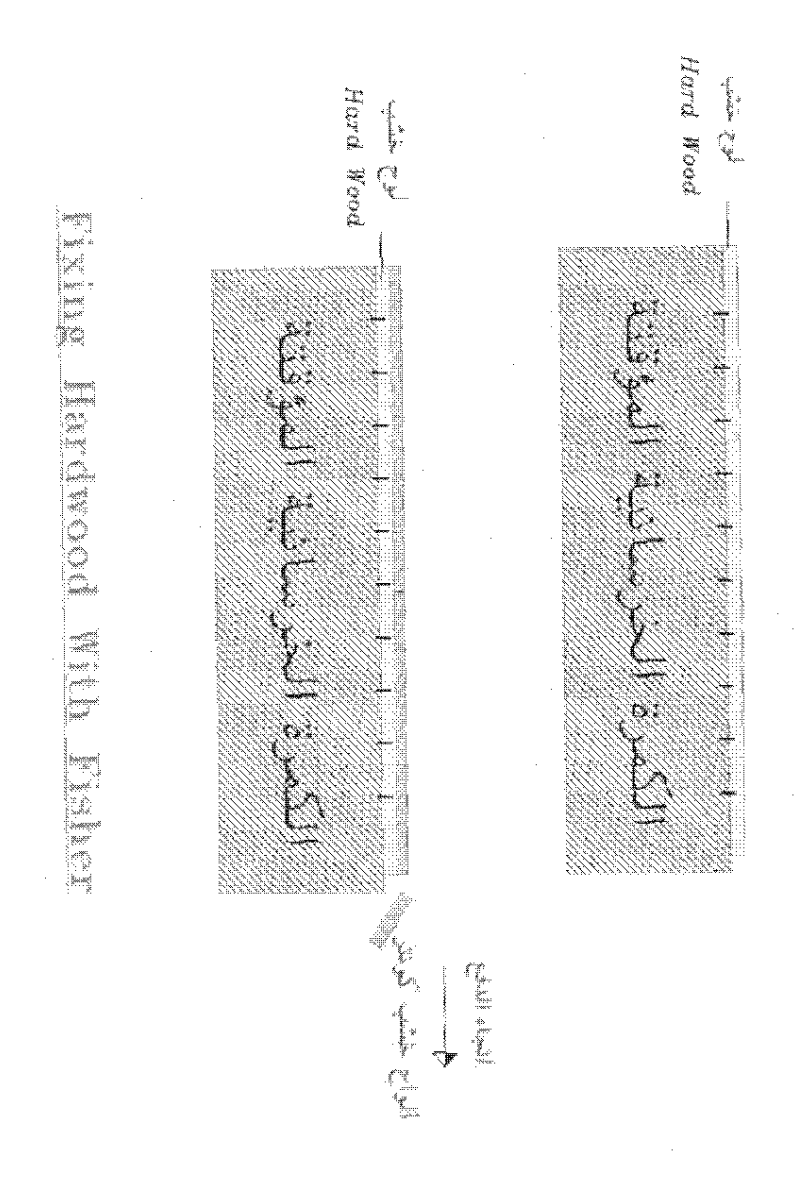
شكل (١٣)

أنشاء الأعمدة والكمرات المؤقتة



شكل (١٤)

مسقط أفقي لمنطقة التصنيع



شكل (١٥)

تثبيت ألواح خشبية Hard Wood بواسطة مسامير فيشر – يوضع عليها خشب الكونتر أثناء الدفع

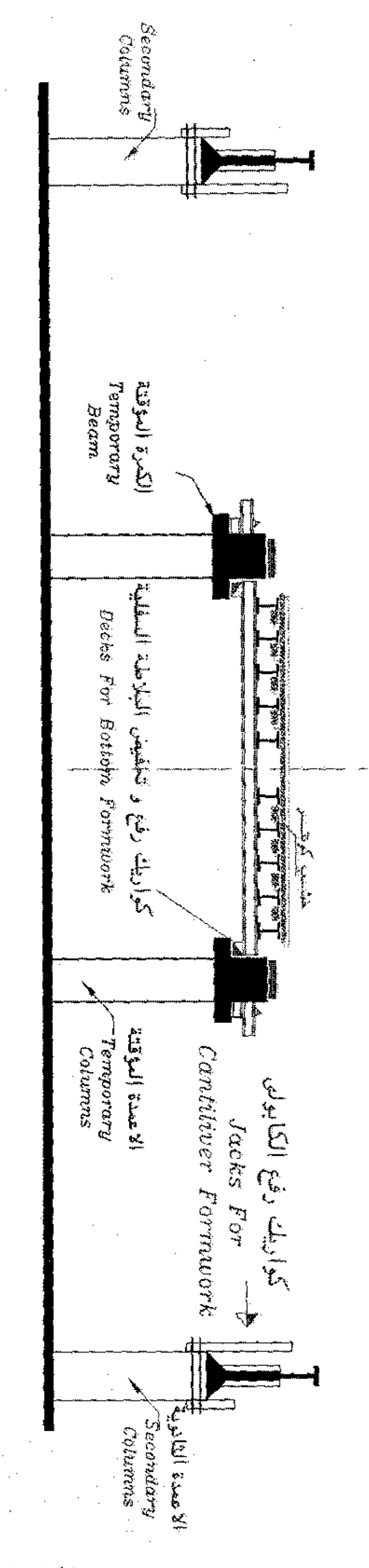
تركيب الشدات :

١ – تركيب شدة البلاطة السفلية :

تركب الشدة السفلية للجزء الأوسط ، وهي عبارة عن شدة حديدية مرتكزة علي كواريك هيدرليكية بغرض رفع الشدة أو تخفيضها . كما يتم تثبيت قطاعات خشبية فوق الشدة الحديدية ثم توضع ألواح الكونتر عليها – شكل (١٦) .

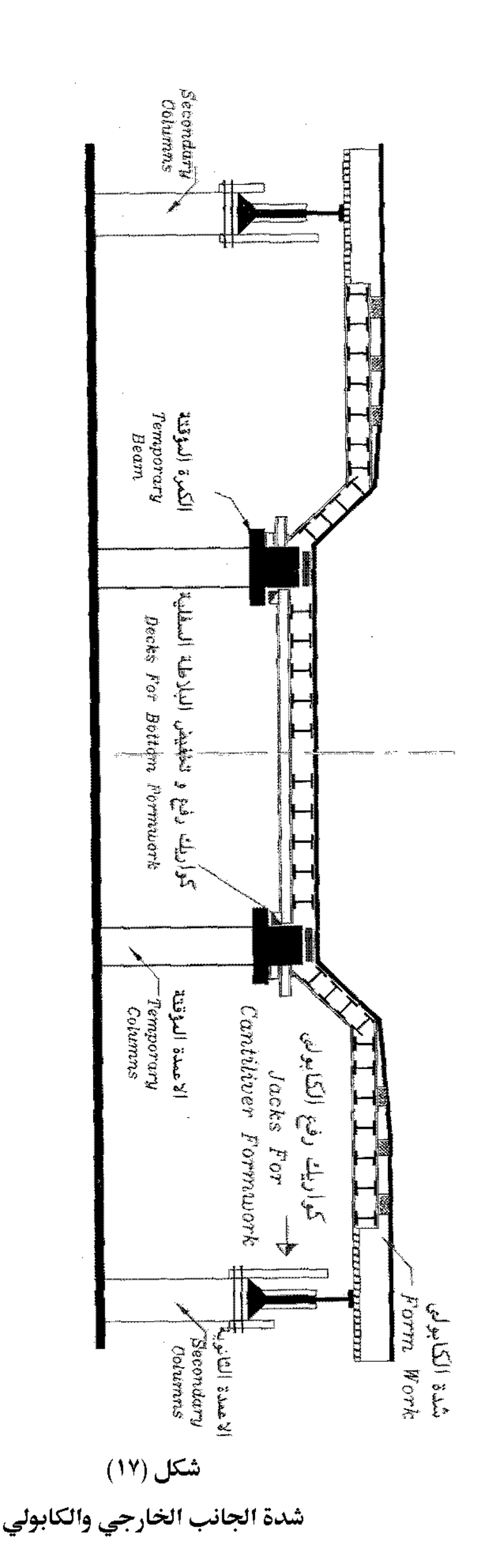
٢ – شدة الجانب الخارجي والكابولي :

يتم تركيب كواريك أخري فوق الأعمدة الثانوية مع تثبيت الكمرات الحديدية فوق الكمرات المؤقتة ومن الناحية الأخري فوق الأعمدة الثانوية و تستكمل الشدة بوضع الأخشاب والكونتر – شكل (١٧) .



شكل (١٦)

شدة البلاطة السفلية



شكل (١٧)

شدة الجانب الخارجي والكابولي

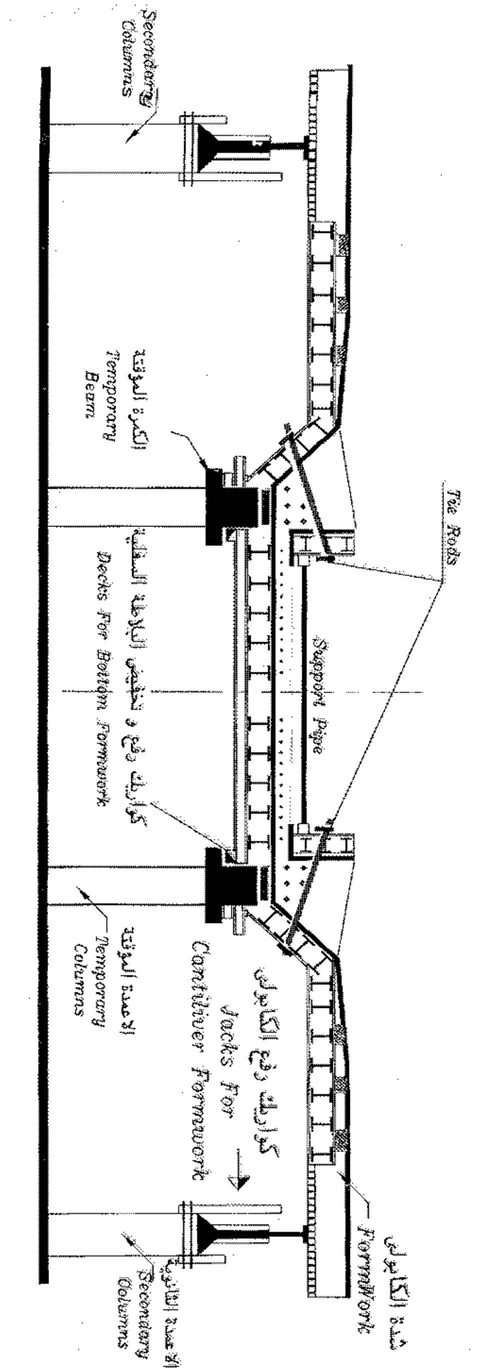
تسليح البلاطة السفلية – عمل الشدات والفرم اللازمة – الصب :

١ – يوضع حديد التسليح والكابلات الطولية (سابقة الأجهاد) .

٢ – تعمل شدة الكمرات الداخلية ويتم ربطها بزراجين ، كذلك تركيب الشداد الساند للشدة – شكل (١٨).

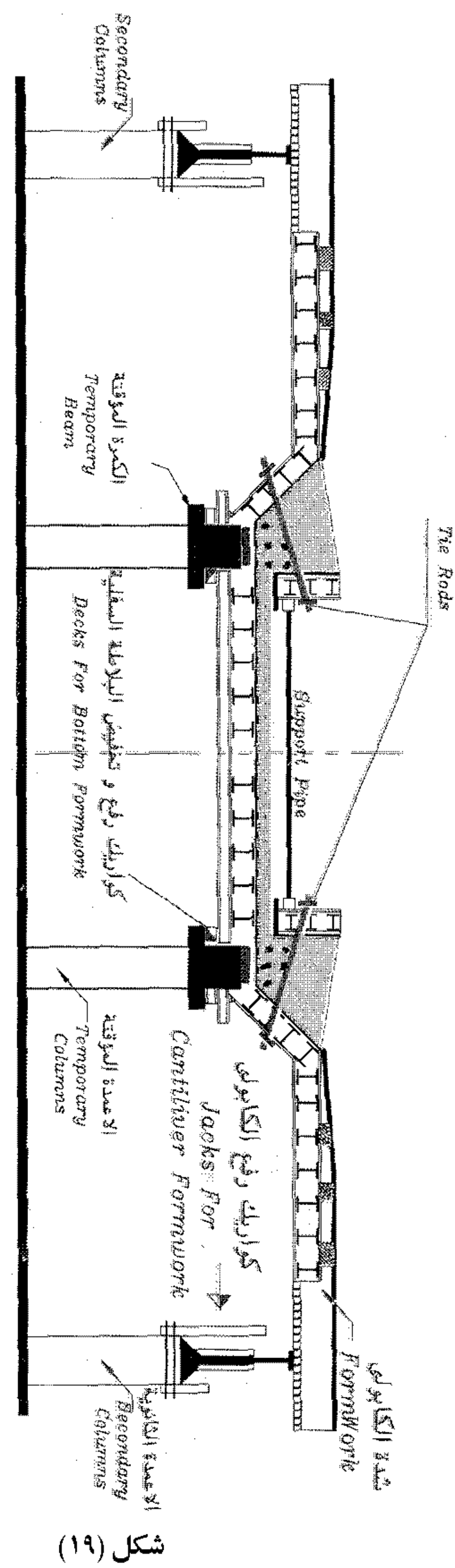
٣ – يتم صب البلاطة السفلية والكمرات – شكل (١٩) .

٤ – ترفع جوانب الكمرات بعد الصب بحوالي ١٠ ساعات.



شكل (١٨)

عمل التسليح اللازم و الشدات – تركيب الشدادات الساندة الجوانب العلوية للقطاع



شكل (١٩)

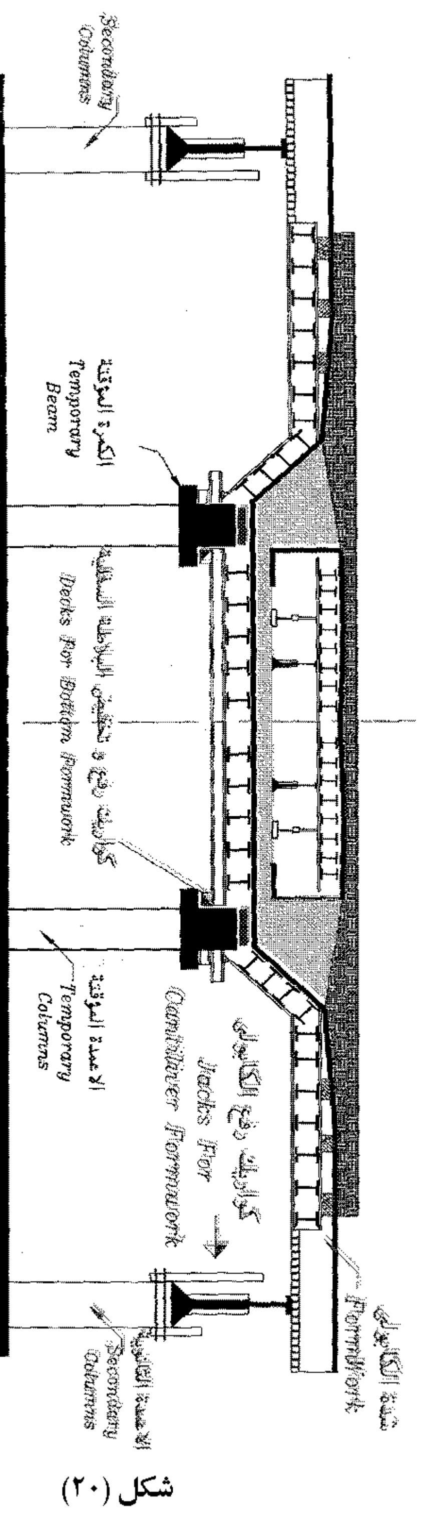
صب البلاطة السفلية و جوانب القطاع

تسليح البلاطة العلوية – عمل الشدات والفرم اللازمة – الصب :

١ – عمل الشدة العلوية للبلاطة العلوية .

٢ – عمل التسليح اللازم .

٣ – صب البلاطة العلوية – شكل (٢٠).



شكل (٢٠)

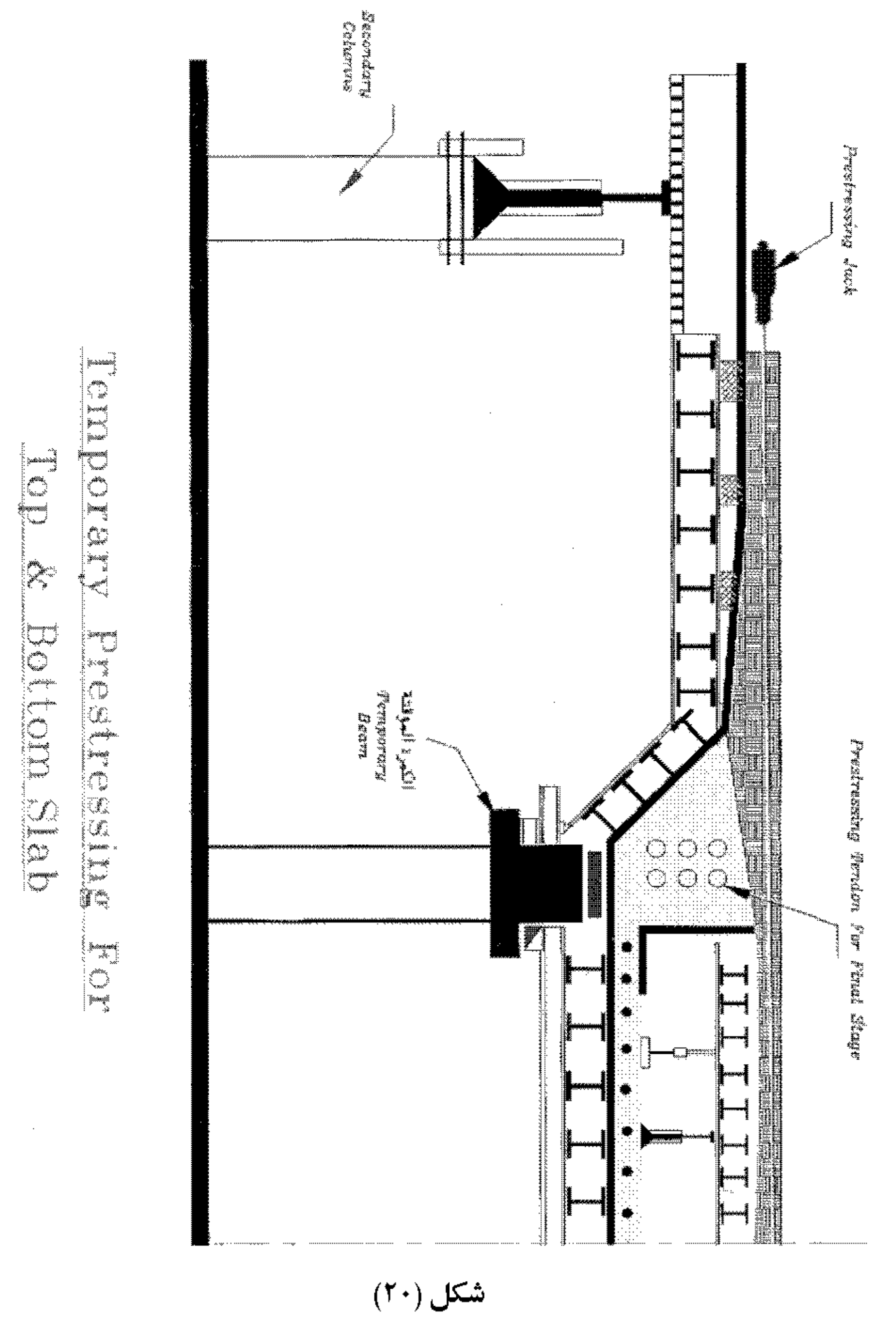
صب البلاطة العليا

شد الكابلات سابقة الأجهاد :

بعد وصول جهد الخرسانة الي القيمة المطلوبة :

١ – تجري عملية شد الكابلات سابقة الأجهاد للقطاع الخرساني – شكل (٢٠) .

٢ – تهبيط الشدة أسفل الباكية ، بتخفيض الروافع الهيدروليكية .



شكل (٢٠)

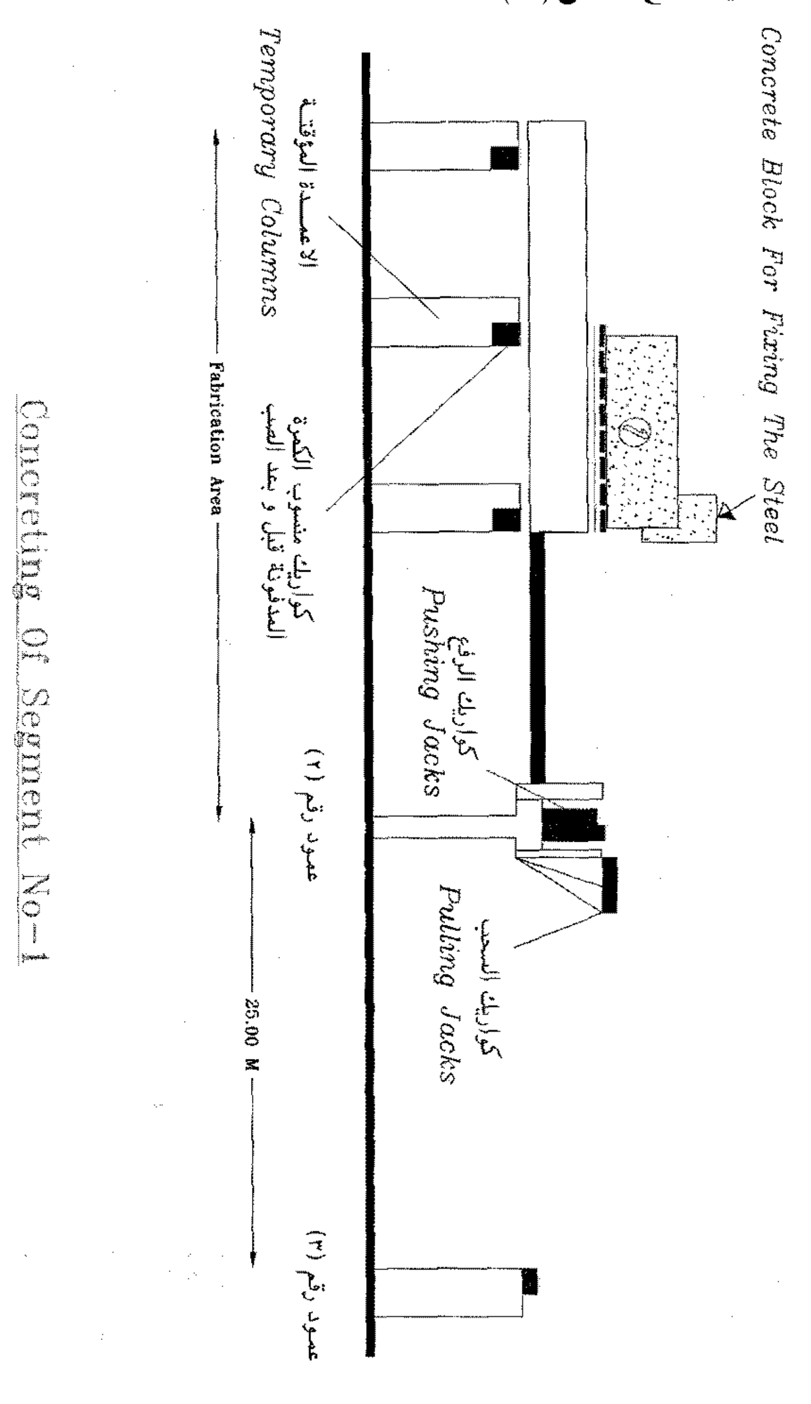
عملية شد الكابلات سابقة الأجهاد للبلاطات العليا والسفلي

سحب القطاع رقم ١ & ٢ :

١ - صب القطاع رقم (١).

٢ - يتم تركيب عدد ٢ ماسورة صلب بين العامودين المؤقتين والمحور رقم (٢) - شكل (٢١).

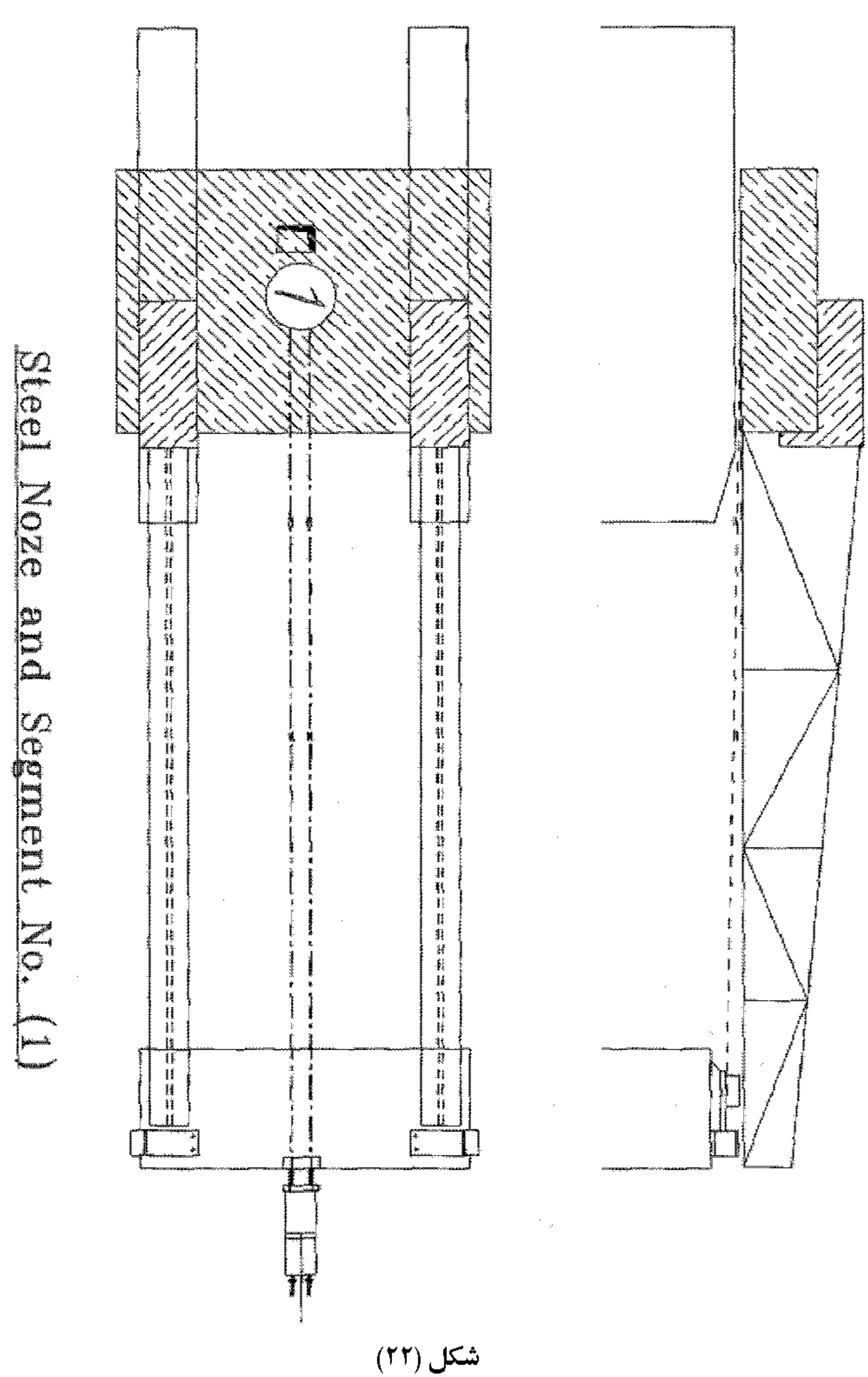
٣ - يثبت الجمالون الحديدي Steel Nose في البلوك الخرساني ، وهو يوضع لتقليل الطول الكابولي لباكية الكوبري أثناء عملية الدفع - شكل (٢٢) .



شكل (٢١)

صب القطاع رقم ١ – تركيب ٢ ماسورة معدنية بين العمودين المؤقتين

تبدأ عملية سحب القطاع الأول بواسطة كابلات السحب حتي نهاية القطاع رقم (١) الي بداية الكمرة المؤقتة – شكل (٢٣) .



شكل (٢٢)

تثبيت الجمالون الحديدي Steel Nose في البلوك الخرساني

Segment No-1 After Pulling

Concrete Block For Fixing The Steel

Temporary Columns

الأعمدة المؤقتة

Fabrication Area

كواريك منسوب الكمرة

المدفونة قبل و بعد الصب

كواريك الرفع

Pushing Jacks

كواريك السحب

Pulling Jacks

عمود رقم (٢)

25.00 M

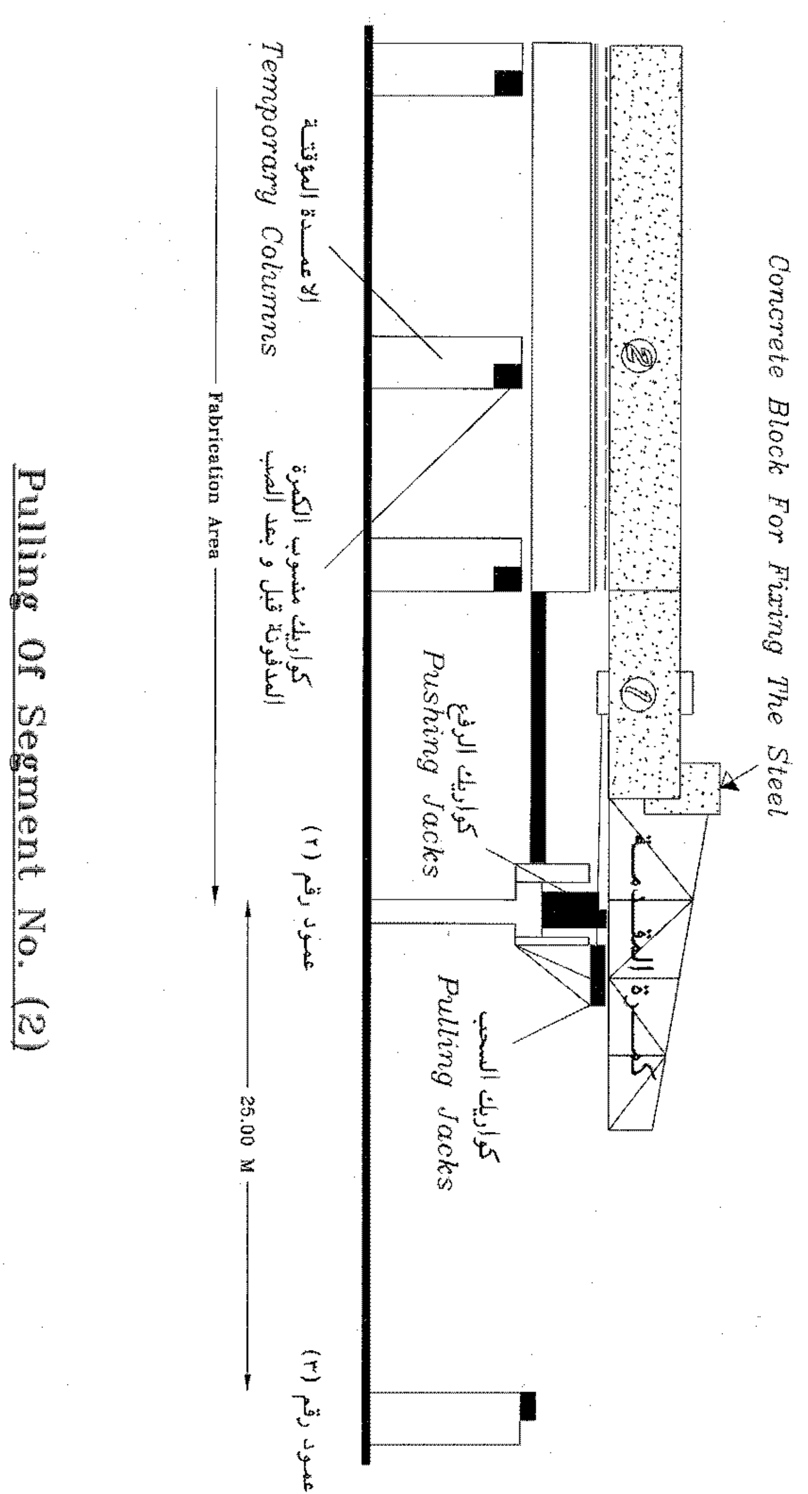
عمود رقم (٣)

شكل (٢٣)

الشريحة الأولي بعد عملية الشد

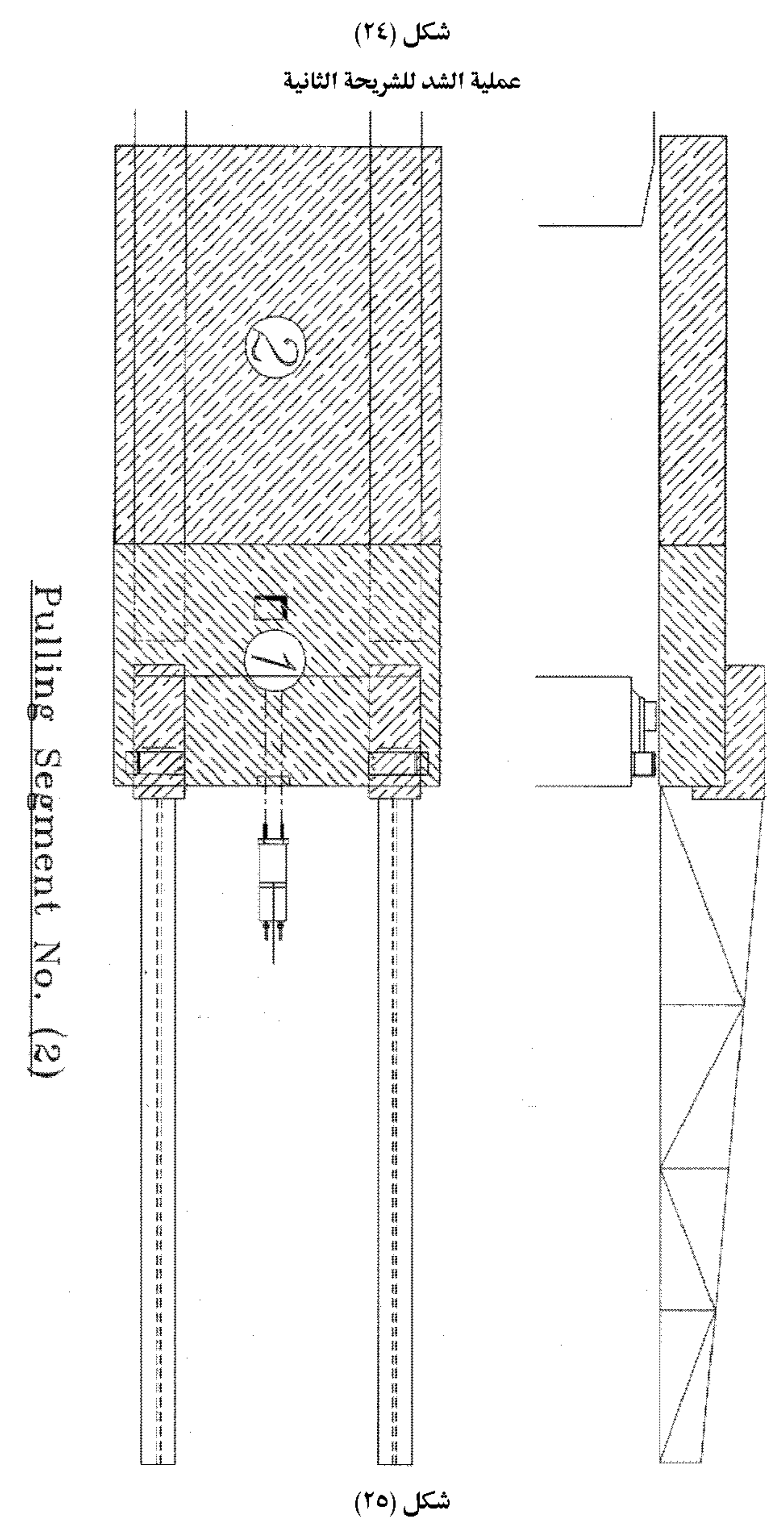
صب الشريحة الثانية بنفس طريقة الشريحة الأولي .

تبدأ عملية الشد للشريحة الثانية بواسطة كابلات السحب المثبتة في منتصف القطاع رقم (١) الي بداية الكمرة المؤقتة – والتي تتم بنفس طريقة الشد للشريحة الأولي – وعندها يكون القطاع الخرساني فوق كواريك الدفع – شكل (٢٥).



شكل (٢٤)

عملية الشد للشريحة الثانية



شكل (٢٥)

عملية الشد للشريحة الثانية – الشد يتم من أسفل الشريحة

عملية الدفع :

بعد الأنتهاء من تخفيض الشدة ، تبدأ عملية الدفع باستخدام ٢ كوريك رفع + ٤ كوريك دفع .

قوة كوريك الرفع الوحد = ٥٠٠ طن – أجمالي ١٠٠٠ طن .

أقصي مسافة رفع = ٥ مم .

قوة كوريك الدفع الوحد = ١٠٠ طن – أجمالي ٤٠٠ طن .

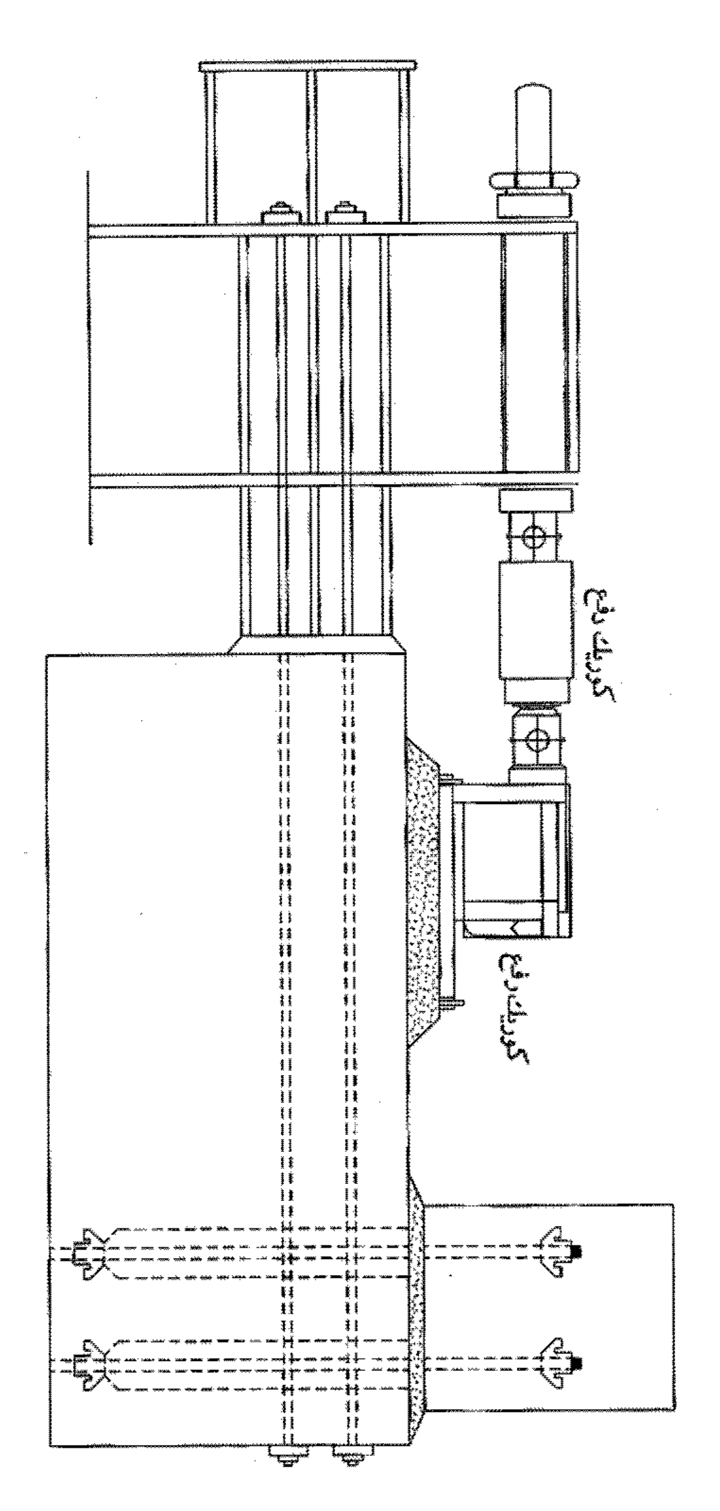
تبدأ عملية الدفع بأن يتم رفع الكوبري أولا ٥ مم بواسطة كواريك الرفع ، بيمما يتم دفع الكوبري أثناء الرفع لمسافة ٢٥ سم – شكل (٢٦) .

يتم أنزال الكوبري بعد نهاية المشوار ليعود الكوريك بدون حمل مرة أخري .

أثناء عملية الدفع ، وعلي الكمرة المؤقتة ، يتحرك جسم الكوبري علي الخشب Hard Wood والمدهون بطبقة من الشحم .

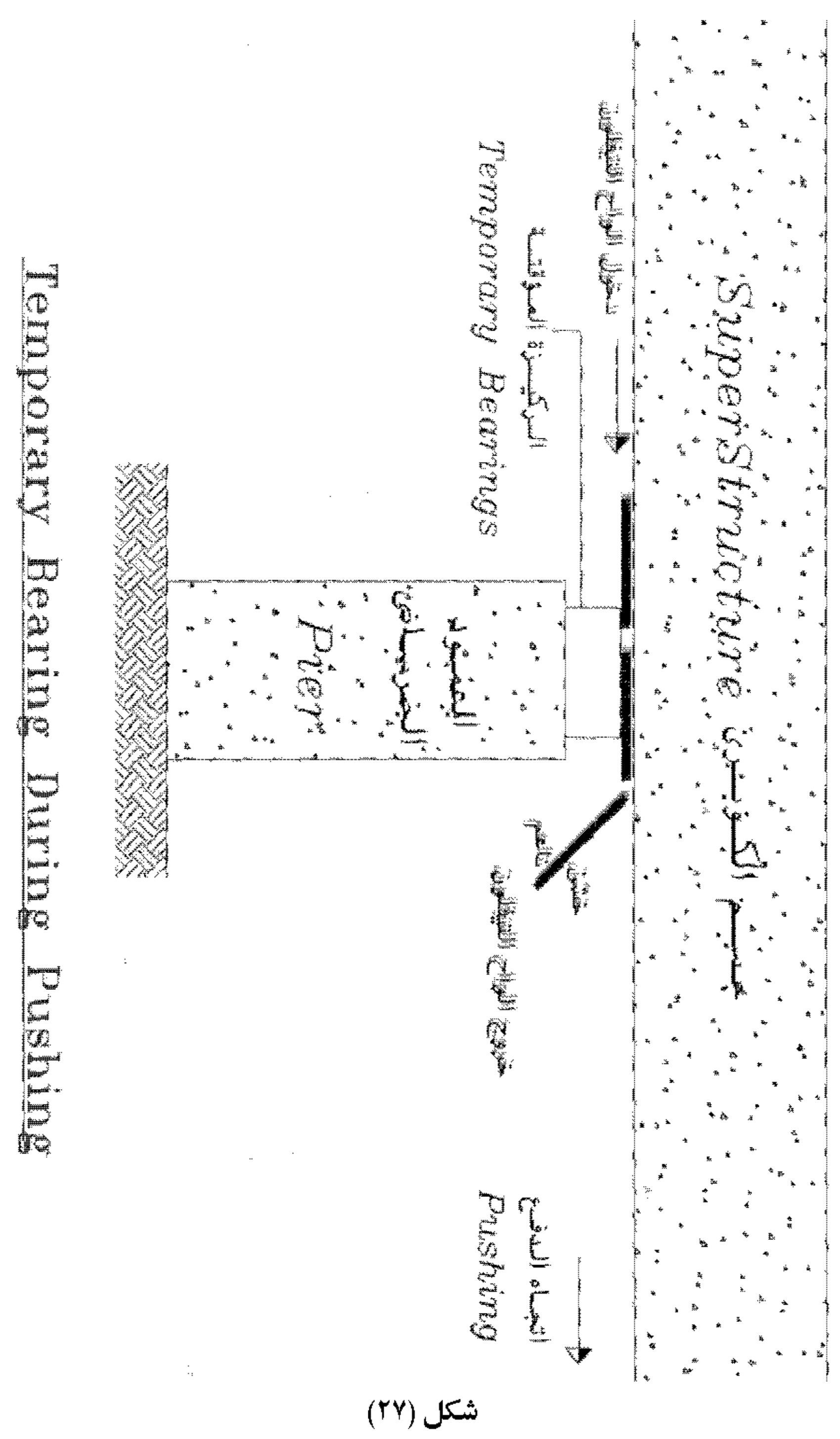
كما يتحرك أيضا فوق الركائز المؤقتة بوضع ألواح التيفلون واحد تلو الآخر – شكل (٢٧) .

الوضع النهائي للكوبري فوق الركائز – شكل (٢٨) .



شكل (٢٦)

مسقط رأسي لكواريك الدفع



شكل (٢٧)

العمود المؤقت أثناء دفع الكوبري

شكل (٢٨)

الوضع النهائي للكوبري فوق الركائز

أستبدال الركائز المؤقتة بالركائز الدائمة :

خطوات التنفيذ :

١ – توضع كواريك الرفع بجوار الركائز المؤقتة أسفل الكمر الطولي ، تقوم الكواريك برفع الكوبري ٥ مم .

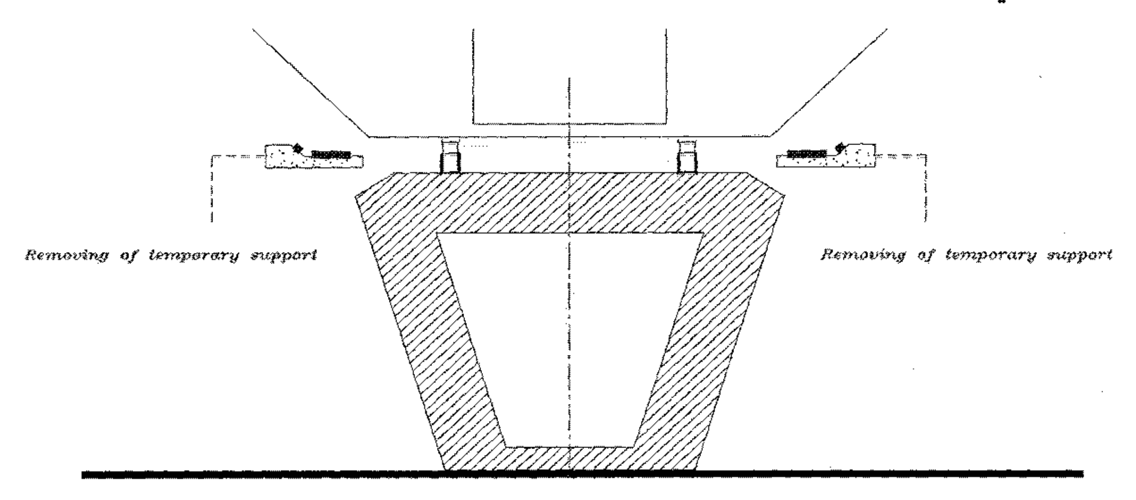
٢ – يتم أخراج الركائز المؤقتة – شكل (٢٩) .

٣ – يتم تركيب الركائز الدائمة ثم الحقن أعلاها وأسفلها – شكل (٣٠) .

٤ – بعد وصول الحقن الي الجهد المطلوب ، نخفض كواريك الرفع .

٥ – يتم شد الكابلات الطولية (المرحلة النهائية) .

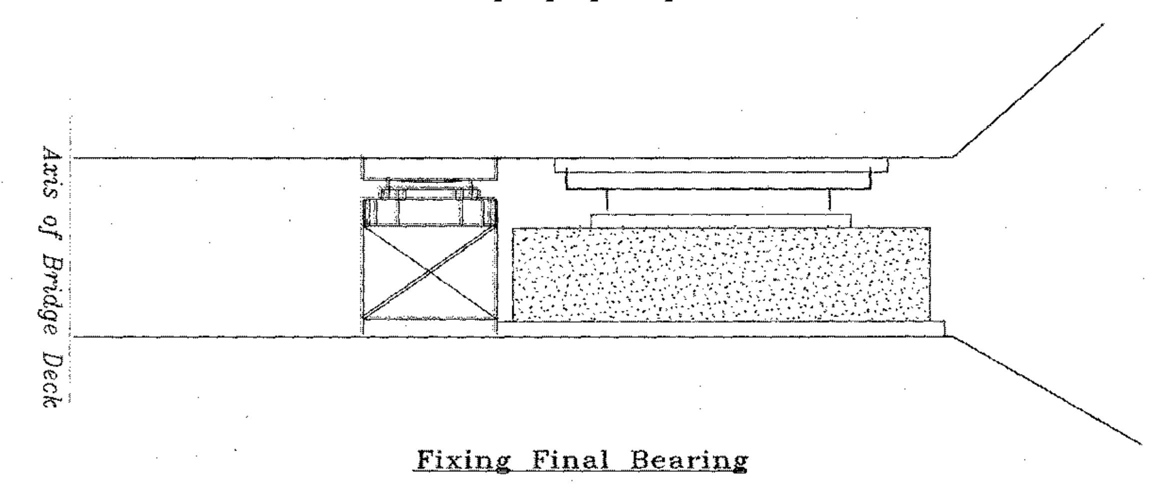
٦ – نكمل باقي التشطيبات من كوبستات ودرابزينات ورصف وأنارة ...



Removing Of The Temporary Support

شكل (٢٩)

أزالة الأرتكاز المؤقت



Fixing Final Bearing

شكل (٣٠)

تركيب الأرتكاز النهائي

ملاحظات عامة :

١ – تصلح هذه الطريقة عندما يكون مسار الكوبري خط مستقيم أو منحني ثابت .

٢ – يمكن عمل ٢ منطقة تصنيع لسرعة الأنشاء عند طرفي الكوبري .

٣ – تستغرق دورة عملية دفع الكوبري لمسافة ٢٥ سم (مسافة روافع الدفع) ٧٥ ثانية .

٤ – طول الكابولي المعدني Steel Nose = ١٧ متر .

٥ – تتكون الألواح المتحركة من مادة التيفلون فوق ألواح من الصلب ١٦ مم المغطي بألواح النيكل كروم بسمك ١ مم بينهما طبقة من الشحم لتقليل معامل الأحتكاك الي ٢ – ٤ ٪ . وتحت الألواح الصلب ألواح تيفلون بسمك ٣ مم لخلق سطح أنزلاق ثاني بمعامل أحتكاك ٨ ٪ لحماية الأعمدة من أي قوة أفقية أضافية .

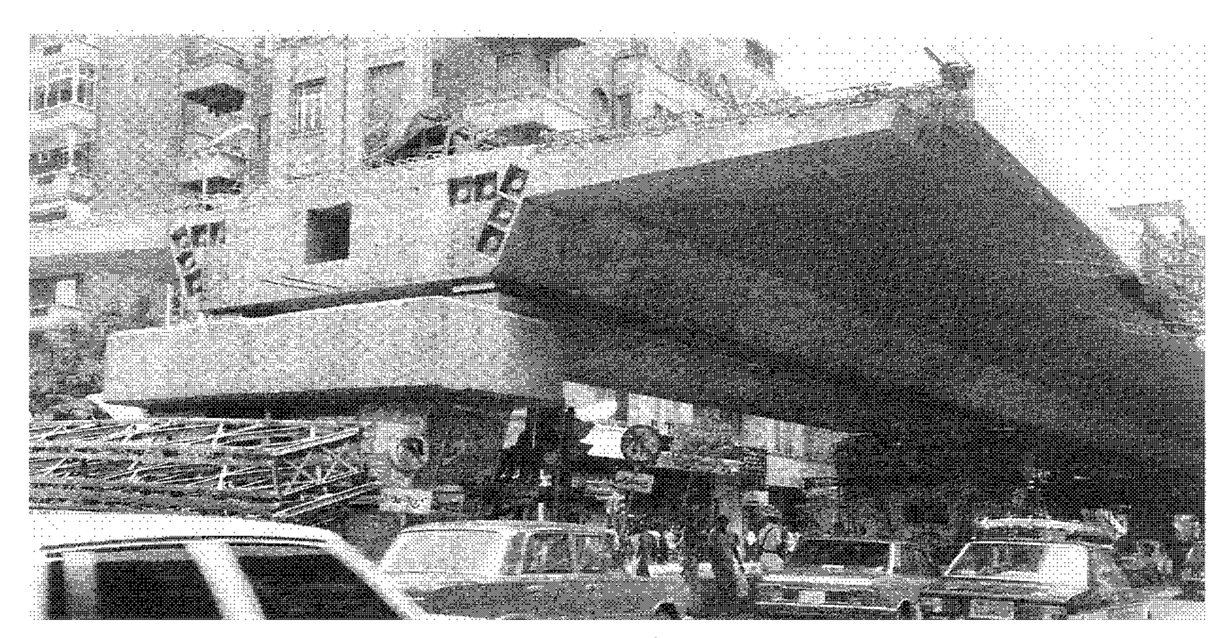
٦ – خلال عملية دفع الكوبري ، يتم أستخدام عمالة (مزودة بأجهزة لاسلكي) فوق كل عمود لسحب ووضع ألواح التيفلون المتحركة و كذلك سحب الألواح الخشبية المتحركة في منطقة التصنيع .

شكل (٣١) يوضح الكوبري أثناء دفعه علي الأرتكازات (صورة من الطبيعة لكوبري الزمالك) .



شكل (٣١)

الكابولي المعدني في مقدمة باكية الكوبري أثناء الدفع – كوبري ٢٦ يوليو – الزمالك



شكل (٣١)

بلاطات الكوبري أثناء عملية الدفع

ثالثا : نظام العربات الطائرة Launching girders system :

العربات التي تحمل الرافع الحامل للكمرة الطولية الرئيسية :

المميزات :

١ – عدم أعاقة المرور أو تحويله أو غلقه .

٢ – سرعة تنفيذ الهيكل العلوي للكوبري .

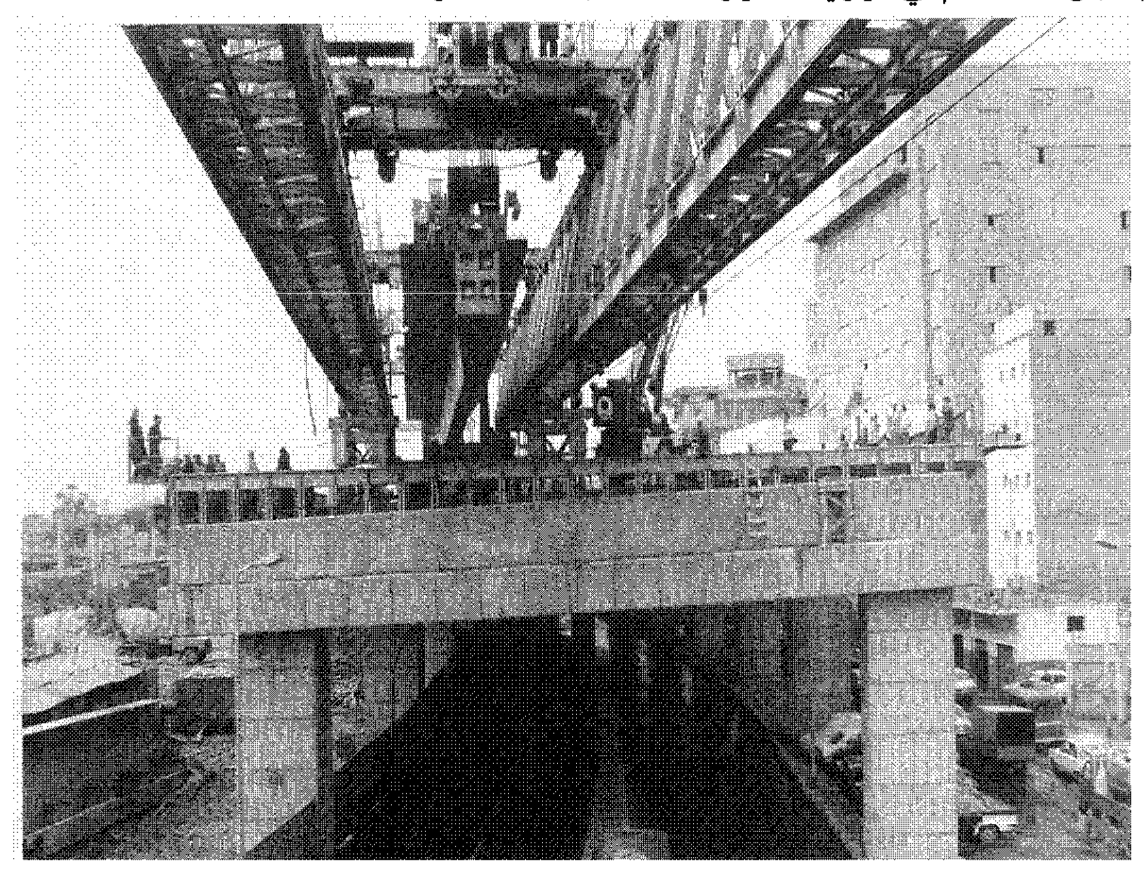
طريقة التنفيذ :

١ – تستخدم كمرات سابقة الصب و الأجهاد بأطوال ٢٨ – ٤٣ متر – شكل (٣٢) . يمكن أيضا التنفيذ بطريقة الصب في الموقع – شكل (٣٣) .

٢ – يتم رفع الكمرة علي عربات خاصة ، وزن الكمرة حوالي ١١٥ طن وطولها حوالي ٤٠ متر .

٣ – تنقل الكمرات بواسطة العربات الي مكانها .

تم تطبيق هذا النظام في كوبري ٦ أكتوبر – ميدان العباسية – القاهرة .



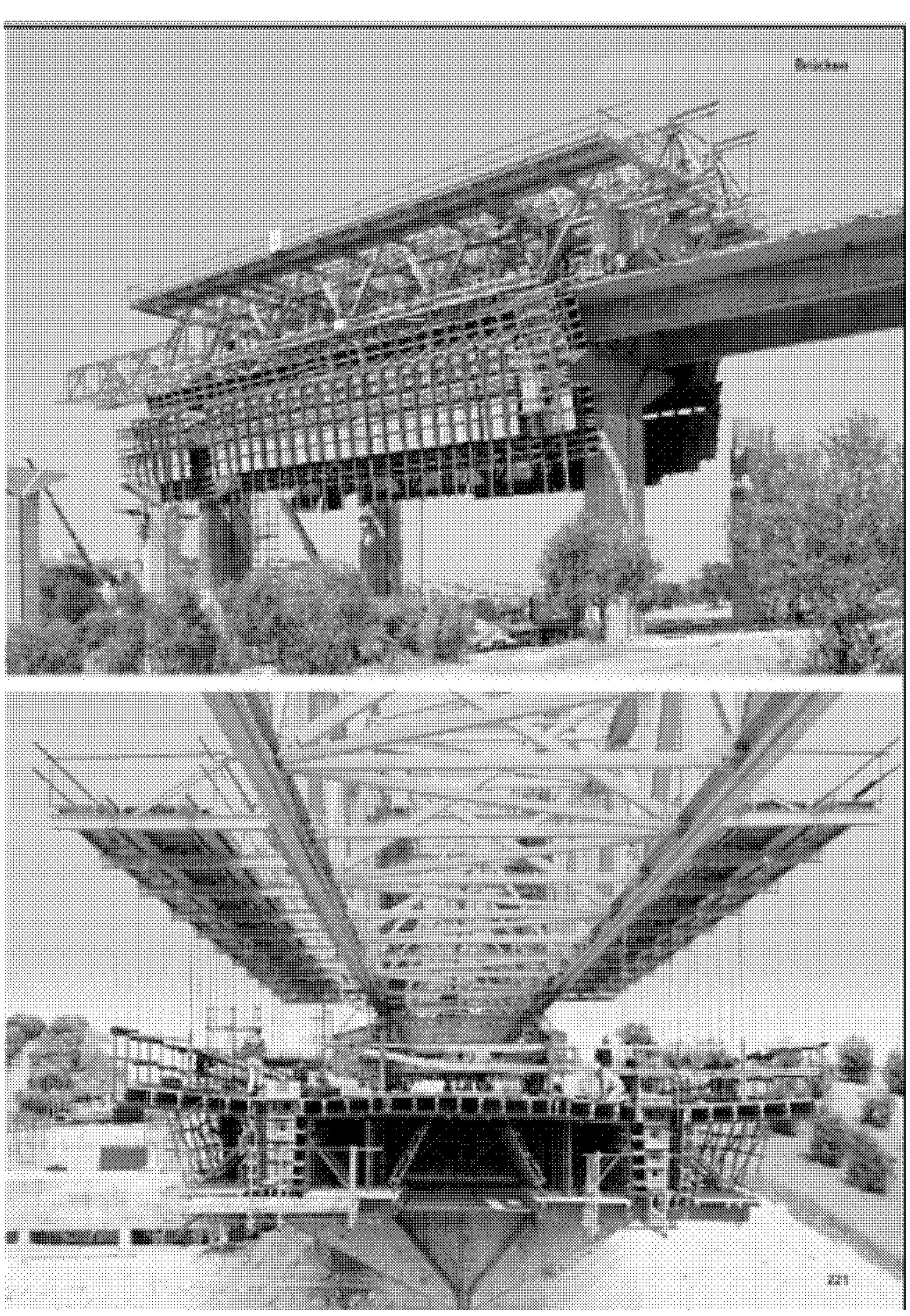
شكل (٣٢)

العربات الطائرة أثناء التنفيذ ، حاملة لكمرة سابقة الصب



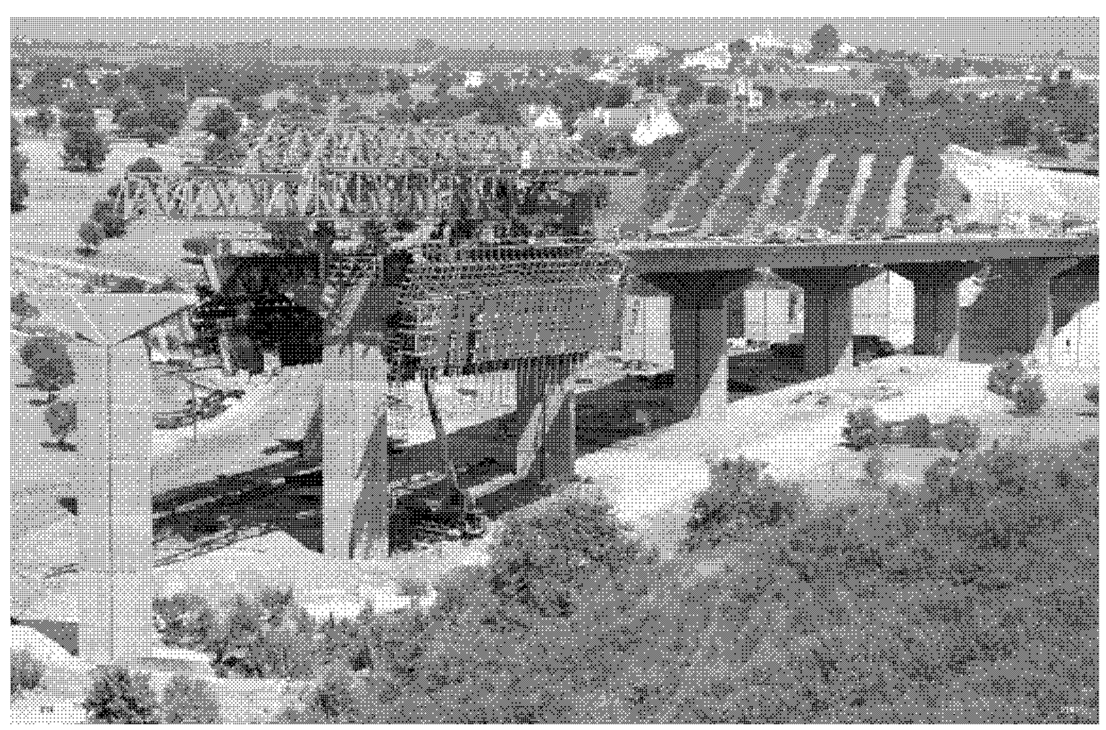
تابع شكل (٣٢)

العربات الطائرة



شكل (٣٣)

العربة الطائرة لصب الكوبري في الموقع



شكل (٣٣)

جسم الكوبري من خرسانات مصبوبة في الموقع

رابعا : الكباري المعدنية :

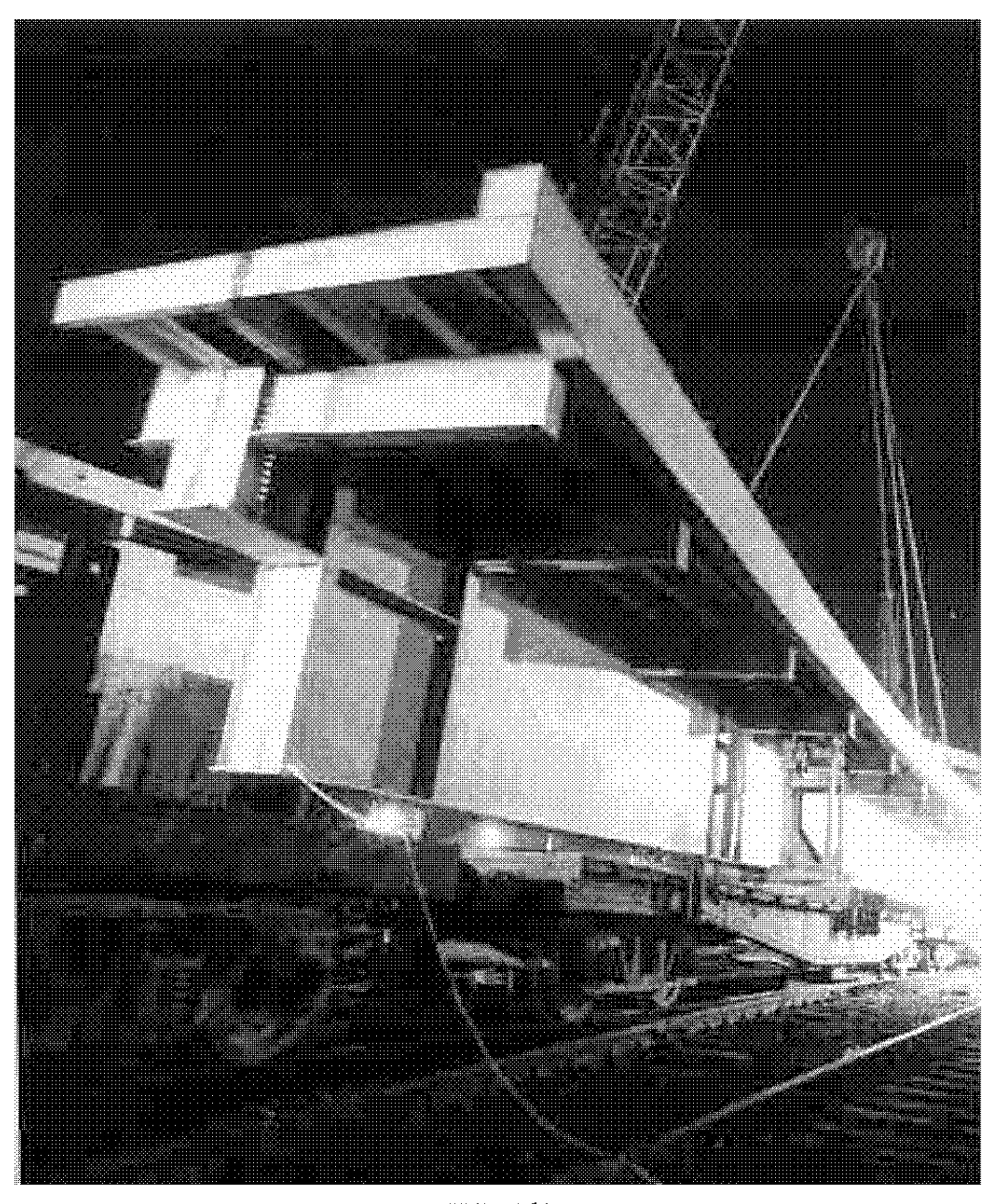
مميزاتها :

١ – سرعة الأنجاز .

٢ – الأقتصاد في التكاليف .

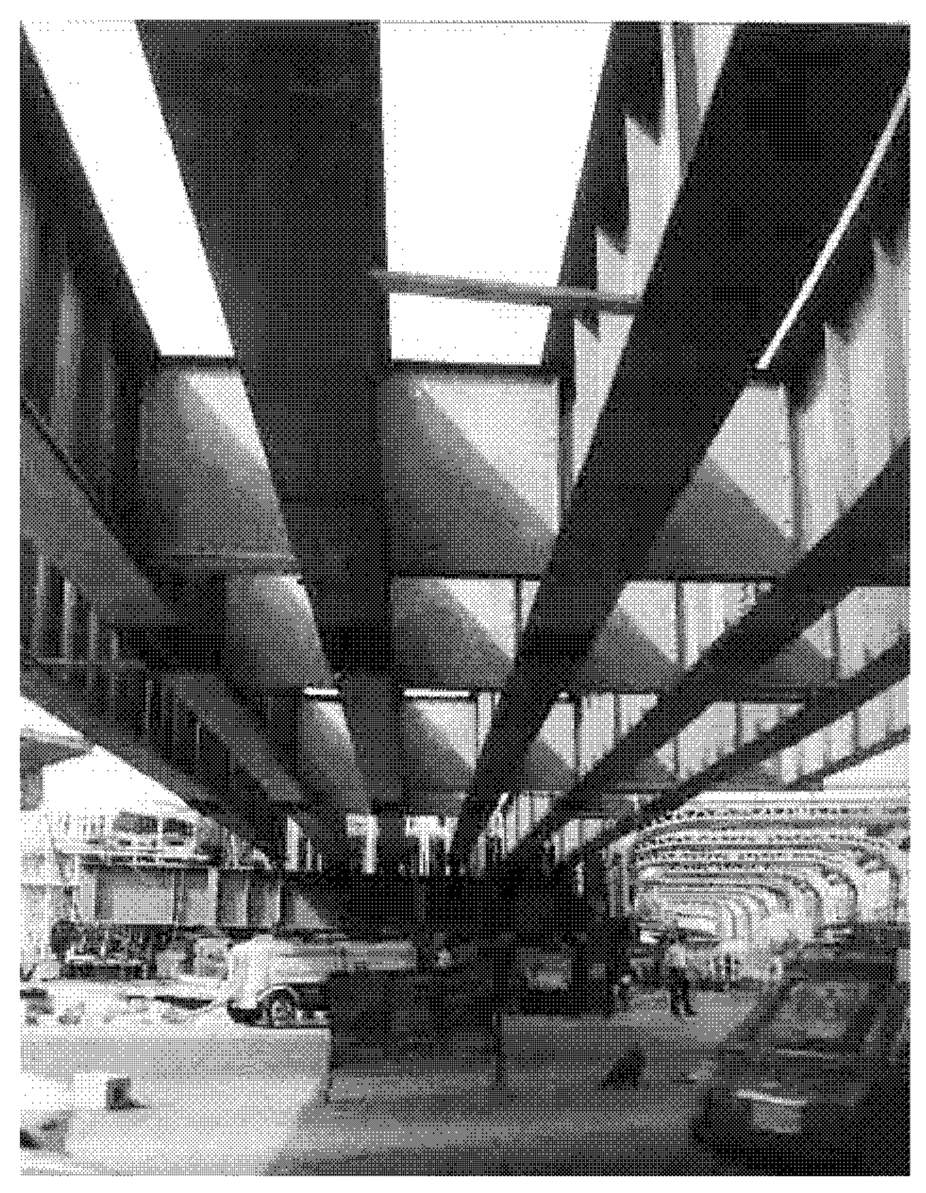
تنتشر الكباري المعدنية بجمهورية مصر العربية وتساهم في حلول جذرية لمشاكل النقل والمواصلات ، يتم تصنيع أجزائها بورش التصنيع ثم تنقل يشكل أجزاء كاملة مجمعة الي الموقع . يتم عمل الأساسات اللازمة للعمل في الموقع علي أن تزود بجوايط معدنية لربط الهيكل العلوي بالأساسات . يتم تركيب أجزاء الكوبري المصنعة بسرعة فائقة ، ثم تبدأ أعمال تشطيبات الكوبري من درابزينات ورصف وأنارة ٠٠٠

ولعل خير مثال لذلك كوبري الملك الصالح – كوبري الأزهر – كوبري الفردوس – كوبري السيدة عائشة – شكل (٣٤) .



شكل (٣٤)

الكباري المعدنية – تصنع غلي أجزاء ثم تنقل لموقع العمل

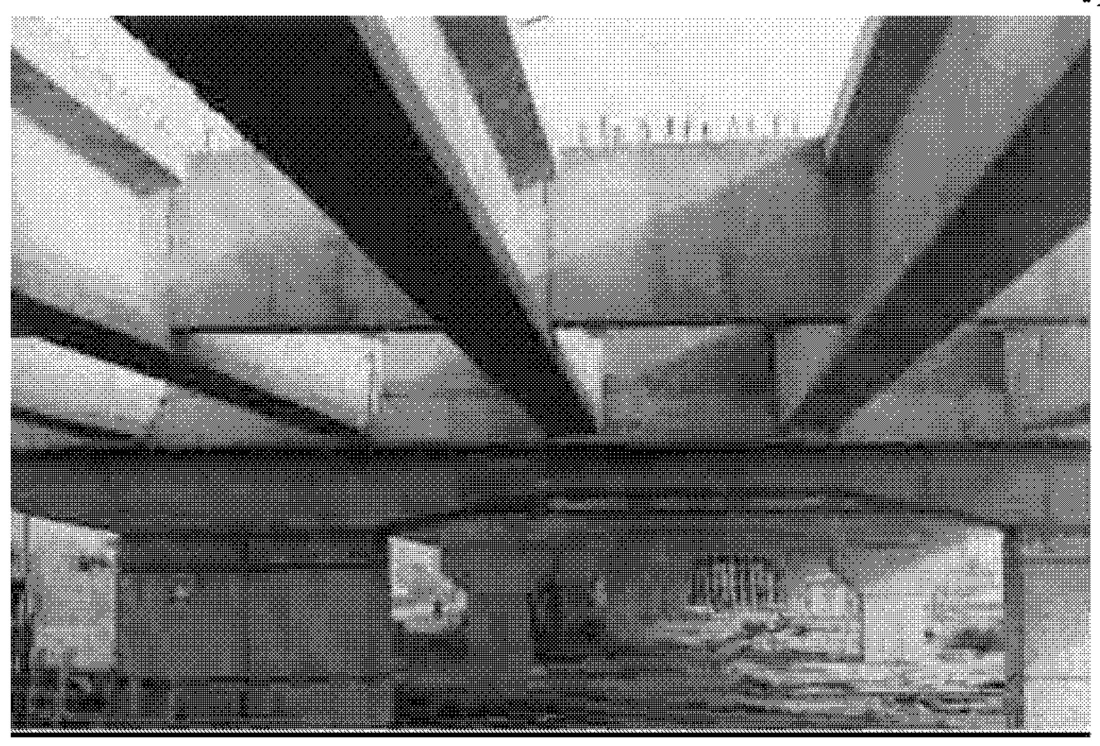


تابع شكل (٣٤)

الكباري المعدنية – الوصلة فوق الكورنيش عند منطقة أبو العلا

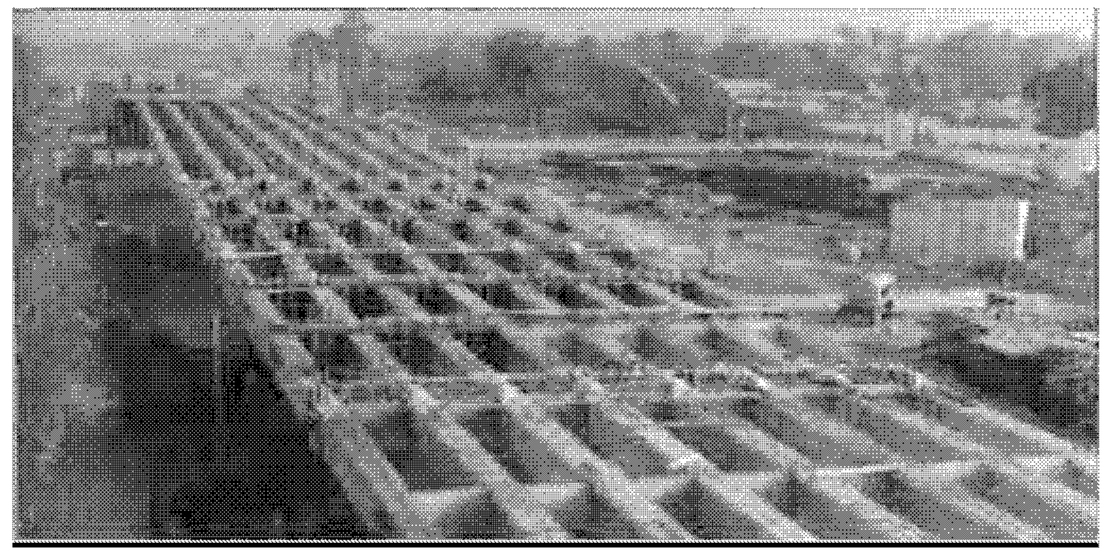
خامسا : الكوبري العلوي فوق شارع الجلاء :

كمرات سابقة الصب سابقة الأجهاد في الأتجاه الطولي . كمرات عرضية سابقة الأجهاد ترتكزعليها الكمرات الطولية .



شكل (٣٥)

الأعمدة والكمرات العرضية والطولية للكوبري



شكل (٣٥)

الكمرات سابقة الصب والأجهاد متجاورة أثناء التنفيذ

سادسا : الكباري المعلقة Suspended bridges

مثل كوبري مبارك علي قناة السويس – شكل (٣٦) ، وكوبري ٦ أكتوبر . تعتبر أحدث تكنولوجيا في أنشاء الكباري علي مستوي العالم . تكون تلك الكباري معلقة بوايرات أو كابلات عالية المقاومة ويكون جسم الكوبري معلقا بها : الويرات الصلب مرتكزة علي البايلون .

المميزات :

١ – البحور الكبيرة ، نماذج موضحة لبعض الكباري المعلقة علي مستوي العالم آخر هذا الباب .

عملية الأنشاء :

أنشاء الأرتكلز (البايلون) Pylon :

تنفذ الأعمدة الحاملة باستخدام الشدة المنزلقة لسرعة الأنجاز . تثبت بها مواسير تسمي Recess tube ثم تثبت بها الكابلات الحاملة لقطاع الكوبري . يتم ضبط زوايا هذه المواسير الرأسية والأفقية والأرتفاعات باستخدام جهاز ليزر دقيق Disto lot laser . والأرتكازعبارة عن عامود في وسط الكوبري ويرتفع عن الأرض (في كوبري غمرة) مسافة ٥٠ متر تم تنفيذها علي هذا الأرتفاع الشاهق بواسط تكنيك الشدات المنزلقة – شكل (٣٧) .

يتكون الكوبري المعلق من الأجزاء التالية :

١ – ينفذ جسم الكوبري باستخدام العربات المتحركة علي أجزاء Segments طولها = ٥ متر .

٢ – ينفذ أول جزء من جسم الكوبري بالشدات المعدنية التقليدية بطول ٤,٣٥ متر وهو بداية لتجميع وتركيب العربات المتحركة المستخدمة في تنفيذ جسم الكوبري .

٣ – يتم تركيب العربات المتحركة وتثبت في أماكن تثبيتها . تجهز أعمال الحدادة والنجارة وتضبط المواسير .

٤ – تصب البلاطة السفلية والكمر باستخدام خرسانة ذات أجهاد ٤٠٠ كجم / سم٢ بعد ٢٨ يوم .

٥ – تنفذ النجارة والحدادة للبلاطة العلوية ثم نصب الخرسانة .

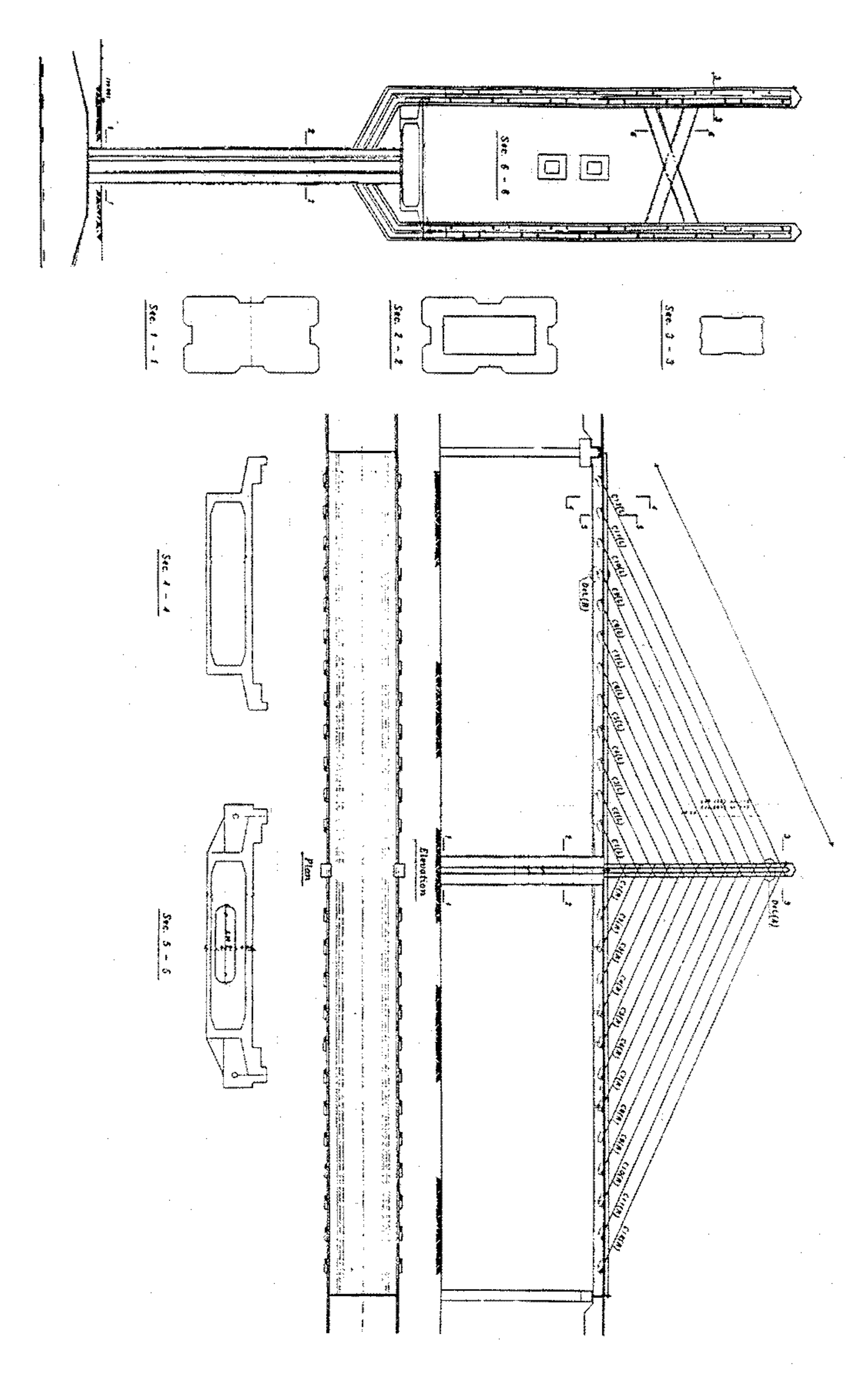
٦ – تجهز كابلات الصلب الحاملة ذات الأجهاد العالي وتقطع طبقا للمقاسات ويتم تجميعها داخل ماسورة من البولي إيثيلين ثم تركب نهايات التثبيت .

٧ – يتم رفع الكابل الحامل للكوبري وتركيبه في الموضع الخاص به . يتم تركيب ٢ كابل حامل لكل جزء خرساني (الطول = ٥ متر) .

٨ – نبدأ عملية شد الكابلات بواسطة رافعة هيدروليكية حتي فوة الشد التصميمية – شكل (٣٨) .

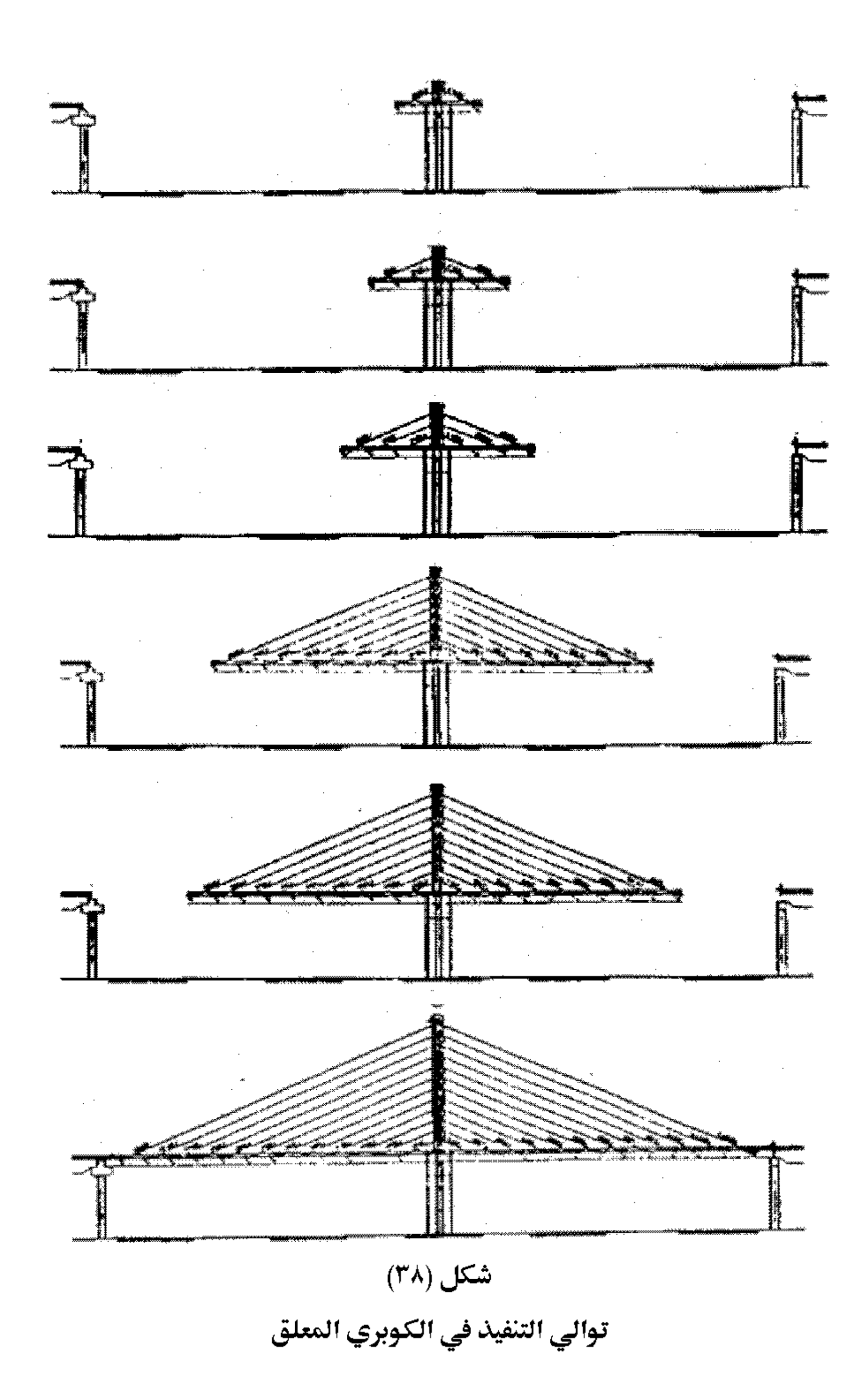
٩ – يتم تحريك العربة الي الجزء التالي .

١٠ – يتم حقن الكابلات بمادة حقن خاصة .



شكل (٣٧)

تفاصيل البايلون والكوبري المعلق

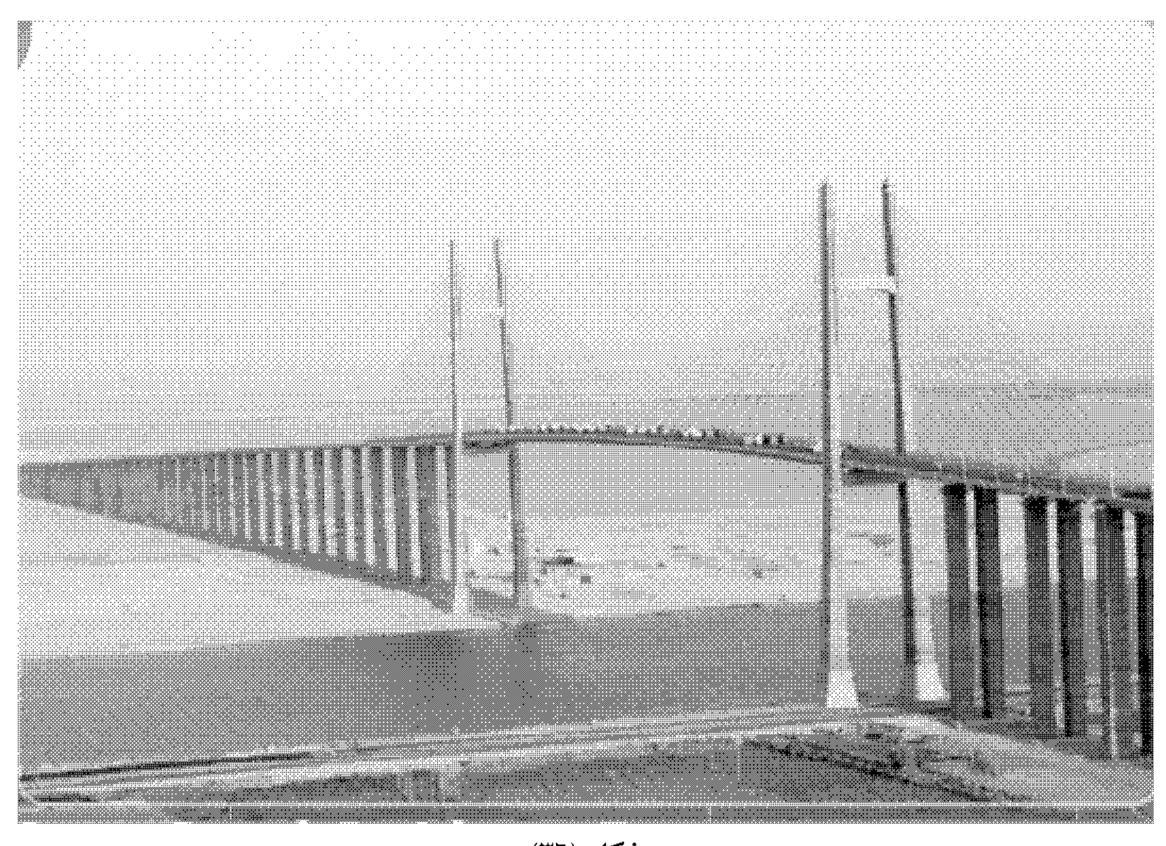


شكل (٣٨)

توالي التنفيذ في الكوبري المعلق

نماذج للكباري المعلقة المتميزة في العالم

١ - كوبري مبارك المعلق فوق قناة السويس

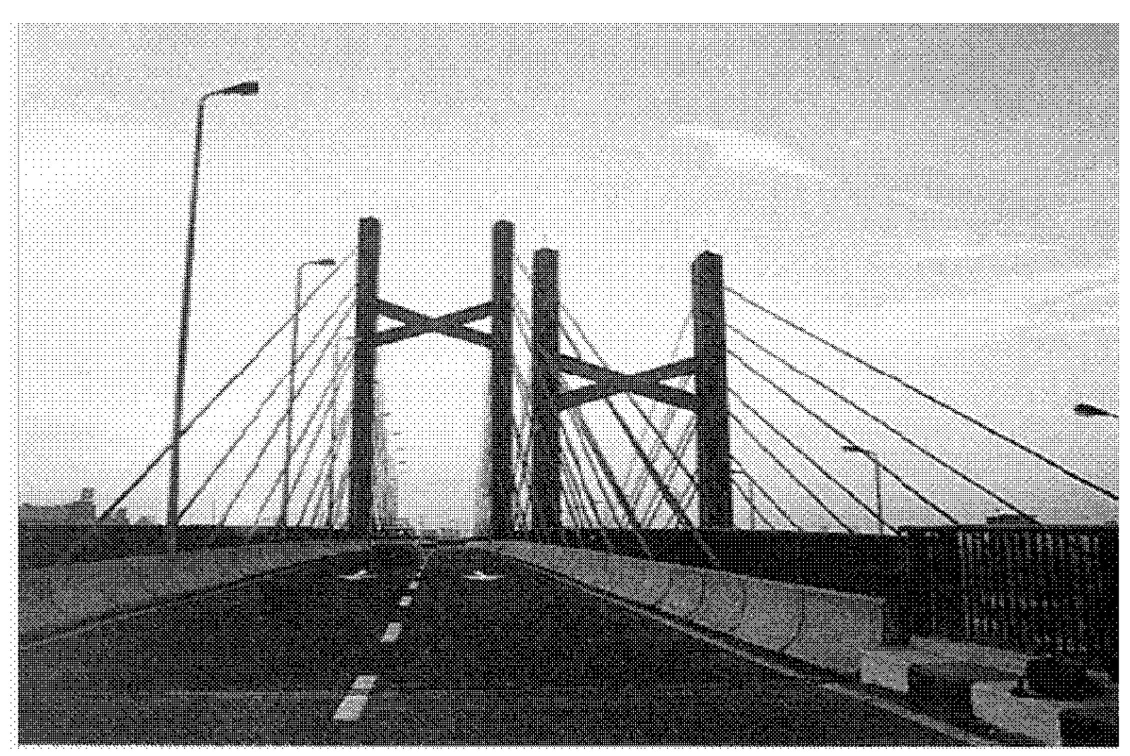


شكل (٣٦)

كوبري مبارك المعلق فوق قناة السويس

الطول الأجمالي	= ٩ كيلومتر : خمسة كيلومترات علي اليابسة وأربعة كيلو مترات جسر معلق .
عرض الكوبري	= متر .
أكبر فتحة ملاحية	= متر .
الأرتفاع فوق سطح الماء	= ٧٠ متر .
تاريخ البناء	= عام ٢٠٠١ .

٢ - كوبري ٦ أكتوبر – غمرة – القاهرة :



كوبري ٦ أكتوبر – غمرة – القاهرة

الطول الأجمالي	= ١٣٤ متر .
عرض الكوبري	= ١٠,٩ متر .
تاريخ البناء	= ١٩٩٨عام .

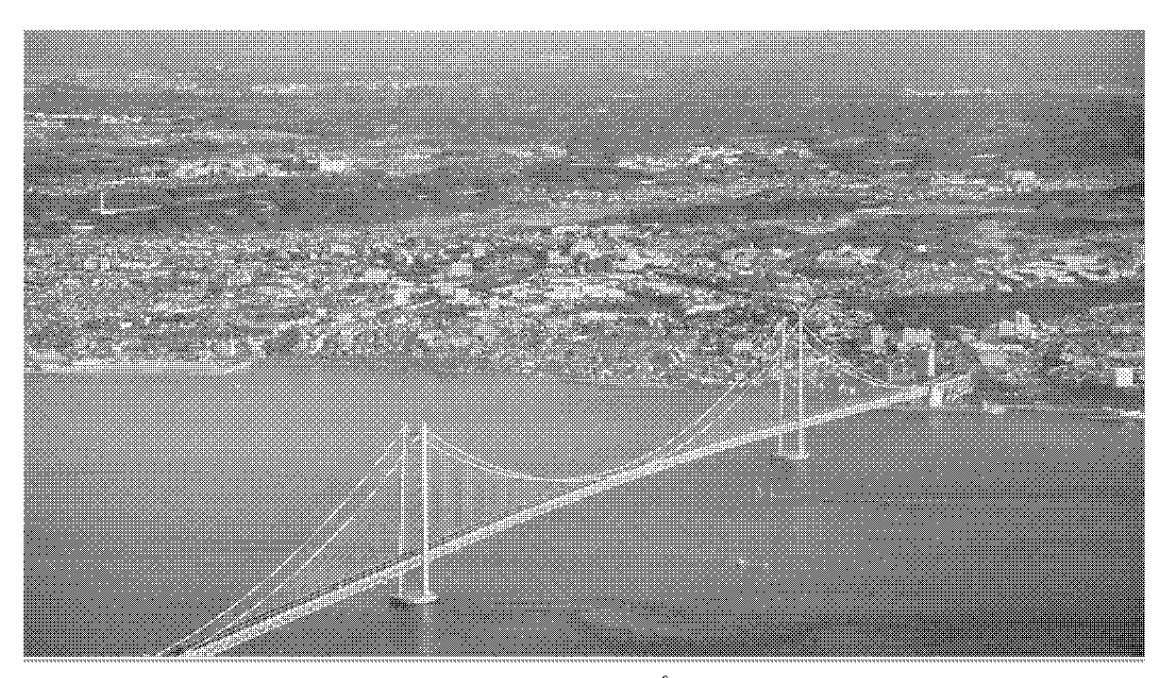
٣ - كوبري جولدن جيت المعلق – سان فرانسسكو – الولايات المتحدة الأمريكية :



كوبري جولدن جيت – سان فرانسسكو – أمريكا

الطول الأجمالي	= ٢٧٤٠ متر .
أكبر فتحة ملاحية	=١٢٨٠ متر .
عرض الكوبري	= ٢٧ متر .
الأرتفاع فوق سطح الماء	= ٦٧ متر .
تاريخ البناء	= عام ١٩٣٧ .

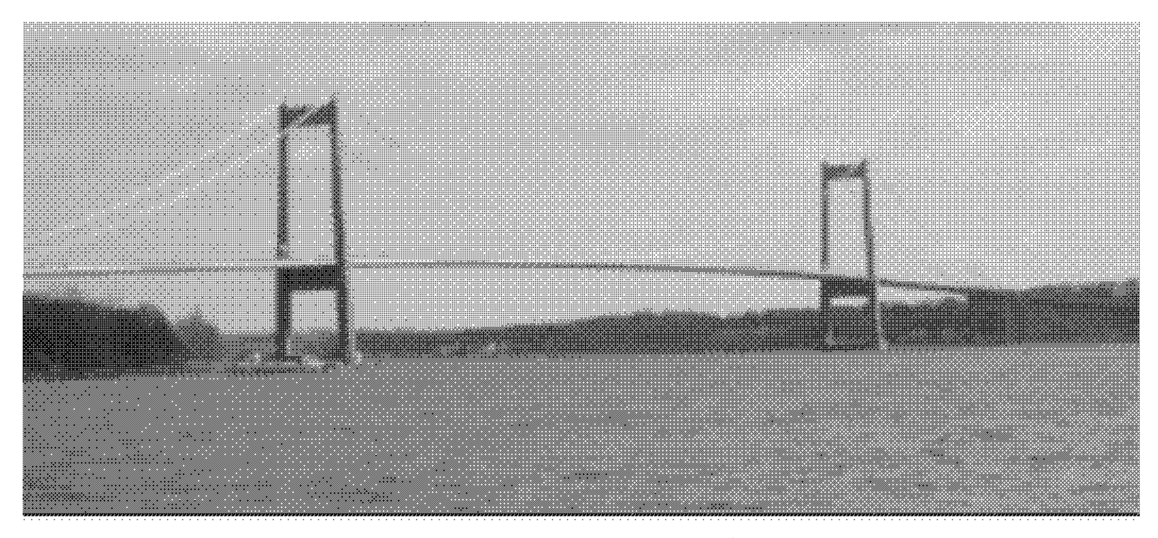
٤ - كوبري أكاشي كايوكو – اليابان :



كوبري أكاشي كايوكو – اليابان

الطول الأجمالي	= ٣٩١١ متر .
أكبر فتحة ملاحية	= ١٩٩١ متر .
عرض الكوبري	= ٦ حارات طرق .
الأرتفاع فوق سطح الماء	= ٦٥,٧٢ متر .
تاريخ البناء	= ١٩٩٨ .

٥ - كوبري ليتل بلت – الدنمرك :



كوبري ليتل بلت – الدنمرك

الطول الأجمالي	= ١٧٠٠ متر .
أكبر فتحة ملاحية	= ٦٠٠ متر .
الأرتفاع فوق سطح الماء	= ٤٤ متر .
تاريخ البناء	= عام ١٩٧٠ .

الخرسانة سابقة الأجهاد

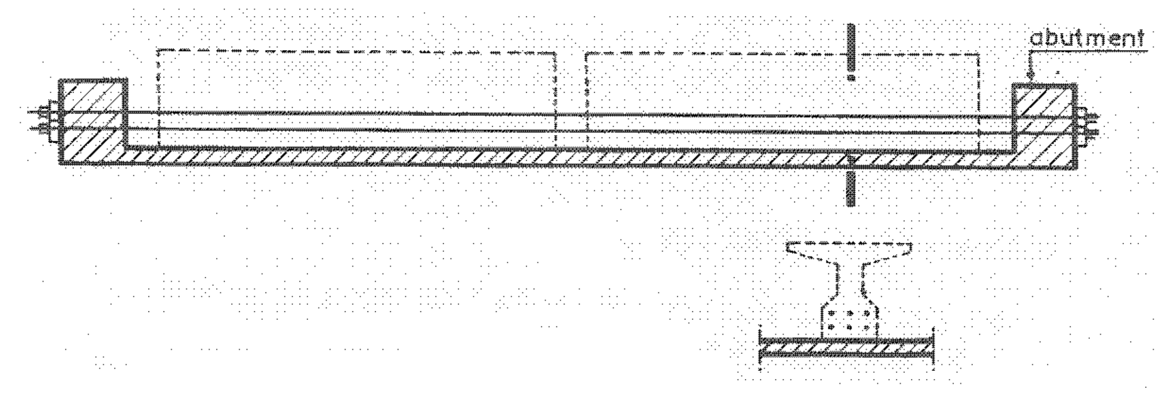
الخرسانة سابقة الأجهاد

في غالبية الكباري الخرسانية وخاصة الكباري ذات البحور الواسعة **Spans** تستخدم الخرسانة سابقة الأجهاد ، وهي خرسانة خاصة فائقة القوة ولذلك يتم أعطاء أهمية قصوي في صناعة هذه الخرسانة من حيث أختيار المواد وتصنيعها وأختبارها ٠٠٠

أنظمة الخرسانة سابقة الأجهاد :

١ – خرسانة ذات شد مسبق Pre-tensioned .

يتم شد الكابلا بين دعامتين (أكتاف قوية) منفصلتين باستطالة محسوبة في التصميم– شكل (١) قبل صب الخرسانة داخل الفرم . بعد الصب ووصول الخرسانة الي كامل قوتها ، يتم قطع الكابلات . بسبب محاولة رجوع الكابل الي وضعة الأصلي فإن ذلك يسبب ذلك قوة كبري في الكابل (ناتج من قوة تماسك الخرسانة مع الكابل) تنتقل الي الخرسانة مسببة سبق الأجهاد .



شكل (١)

الشد المسبق

٢ – خرسانة ذات شد لاحق Post-tensioned .

وفيه يتم شد الكابلات بعد صب الخرسانة وتصلها ووصولها الي درجة مقاومة عالية . يمكن أيضا تطبيق نفس النظام علي الخرسانة سابقة الصب .

عناصر عملية سبق الأجهاد :

أولا : الخرسانة المسلحة سابقة الأجهاد :

نظرا لقوي الشد الهائلة المتولدة من الكابلات ، فإنه يقابلها قوي ضغط فائقة علي العضو الخرساني والذي يجب تنفيذه بأقصي كفاءة ممكنة :

*** الأسمنت : يستخدم الأسمنت العادي أو سريع التصلد أو المقاوم للكبريتات أو البورتلاندي منخفض الحرارة أو البورتلاندي الأبيض . لا يسمح باستخدام أسمنت مضي عليه ٤ أسابيع في المخزن حتي لو كان التخزين سليما حيث يفقد الكثير من قوته . يجب أجراء أختبارات صلاحية عليه قبل أستخدامه .**

*** يجب أن يكون الركام متدرجا وخاليا من المواد الضارة بالخرسانة أو صلب التسليح ، وأن لا تقل نسبة الرمل عن ٤٠٪ من الركام الشامل في خرسانة الضخ .**

*** لا يزيد المقاس الأعتباري الأكبر للركام عن ٢٥ مم في الخرسانة سابقة الأجهاد .**

*** لا يقل معاير النعومة للركام الصغير عن ٢,٦ في الخرسانة سابقة الأجهاد .**

*** تعالج الخرسانة ٤ أسابيع كاملة .**

رتبة الخرسانة هي مقاومة الضغط المميزة للخرسانة سابقة الأجهاد .

رتبة الخرسانة المسلحة (ن/مم٢)	٣٠	٣٥	٤٠	٤٥	٥٠	٥٥	٦٠

١٠ نيوتن = ١ كجم قوة .

ثانيا : صلب التسليح للخرسانة سابقة الأجهاد:

ينتج هذا الصلب عالي المقاومة بأشكال متعددة هي :

١ – أسلاك الصلب عالية المقاومة (منتجة بالسحب علي البارد) .

٢ – جدائل الصلب عالي المقاومة – وهي مكونة من عدة أسلاك مجتمعة .

٣ – أسياخ الصلب عالي المقاومة .

تكون علي هيئة لفف وبوزن متوسط ٢,٧ طن .

عند تجميع عدة أسلاك أو جدائل في مسار واحد يطلق علي المجموعة حزمة أو كابل .

جدول (١) يوضح الأشتراطات الفنية لبعض الجدائل الشائعة :

جدول (١)

البيانات الفنية لمعظم جدائل الصلب المشهورة لبعض الدول

المواصفات القياسية لبعض الدول	رتبة الصلب (الجدائل)	القطر	مساحة المقطع	الوزن	الحمل: حد الخضوع		الحمل: حد المرونة	الحمل الأقصي
					٠,٢٪	٠,١٪	٠,٠١٪	
		مم	مم٢	كجم / م	KN	KN	KN	KN
ASTM USA	Grade ٢٥٠ ٠,٥"	١٢,٧	٩٢,٩	٠,٧٣	–	١)١٣٦,٢	-	١٦٠,١
	Grade ٢٧٠ ٠,٥"	١٢,٧	٩٨,٧	٠,٧٧٥	–	١)١٥٦,١	-	١٨٣,٧
	Grade ٢٥٠ ٠,٦"	١٥,٢٤	١٣٩,٣	١,٠٩٤	–	١)٢٠٤,٢	-	٢٤٠,٢
	Grade ٢٧٠ ٠,٦"	١٥,٢٤	١٤٠	١,١٠٢	–	١)٢٢١,٥	-	٢٦٠,٧
British Standard	١٧٧٠ Standard ٠,٥"	١٢,٥	٩٣	٠,٧٣	–	١٣٩	–	١٦٤
	١٨٦٠ Super ٠,٥"	١٢,٩	١٠٠	٠,٧٨٥	–	١٥٨	–	١٨٦
	١٦٧٠ standard ٠,٦"	١٥,٢	١٣٩	١,٠٩٠	–	١٩٧	–	٢٣٢
	١٧٧٠ Super ٠,٦"	١٥,٧	١٥٠	١,١٨	–	٢٢٥	–	٢٦٥
German Certificate of Approval	St ١٥٧٠/١٧٧٠ ٠,٥"	١٢,٥	٩٣	٠,٧٣	١٤٦	–	٢) ١٢٦	١٦٥
	St١٥٧٠/١٧٧٠ ٠,٥٢"	١٢,٩	١٠٠	٠,٧٨٥	١٥٧	–	٢) ١٣٥	١٧٧
	St ١٥٧٠/١٧٧٠ ٠,٦"	١٥,٣	١٤٠	١,١٠	٢٢٠	–	٢) ١٨٩	٢٤٨
	St ١٥٧٠/١٧٧٠ ٠,٧"	١٨,٣	٢٠٠	١,٥٧	٣١٤	–	٣) ٢٣٠	٣٥٤
Euro Norm	١٧٧٠ Standard	١٢,٥	٩٣	٠,٧٣	١٤٤	١٣٩	–	١٦٤
	١٨٦٠ Standard	١٢,٥	٩٣	٠,٧٣	١٥٢	١٤٧	–	١٧٣
	١٨٦٠ Super	١٢,٩	١٠٠	٠,٧٨٥	١٦٣	١٥٨	–	١٨٦
	١٧٧٠ Standard	١٥,٢	١٣٩	١,٠٩	٢٠٤	١٩٧	–	٢٣٢
	١٧٧٠ Standard	١٥,٢	١٣٩	١,٠٩	٢١٦	٢٠٩	–	٢٤٦
	١٧٧٠ Super	١٥,٧	١٥٠	١,١٨	٢٣٣	٢٢٥	–	٢٦٥
French Certificate of Approval	T ١٣–١٨٦٠	١٢,٥	٩٣	٠,٧٣	-	١٥٤	–	١٧٣
	T ١٣ S –١٨٦٠	١٢,٩	١٠٠	٠,٧٨٥	-	١٦٦	–	١٨٦
	T ١٥–١٧٧٠	١٥,٢	١٣٩	١,٠٩	-	٢٢٠	–	٢٤٦
	T ١٥ S–١٧٧٠	١٥,٧	١٥٠	١,١٨	-	٢٣٦	–	٢٦٥

NBN Belgium	١٢,٧ N	١٢,٤	٩٣	٠,٧٣٥	١٤٠	-	–	١٦٥
	١٢,٧ S	١٢,٤	٩٣	٠,٧٣٥	١٤٧	-	–	١٧٣
	١٢,٧ Z	١٢,٨	٩٩	٠,٧٨٠	١٥٤	-	–	١٨٢
	١٥,٢ N	١٥,٣	١٤٠	١,١٠	١٩٤	-	–	٢٢٩
	١٥,٢ S	١٥,٣	١٤٠	١,١٠	٢٠٤		–	٢٤٠
NBN Netherlands	Fep ١٨٦٠	١٢,٥	٩٣	٠,٧٣	-	١٥٠	–	١٧٣
	Fep ١٨٦٠	١٢,٩	١٠٠	٠,٧٨٥	-	١٦٠	–	١٨٦
	Fep ١٧٧٠	١٥,٢	١٣٩	١,٠٩	-	٢٢١	–	٢٤٦
	Fep ١٧٧٠	١٥,٧	١٥٠	١,١٨	-	٢٤٣	–	٢٦٥
OENORM	St ١٥٧٠/١٧٧٠ lg	١٢,٩	١٠٠	٠,٧٨٥	١٥٧	–	١١٣	١٧٧
	St ١٥٧٠/١٧٧٠ lg	١٥,٣	١٤٠	١,١٠	٢٢٠	–	١٥٨	٢٤٨

ملاحظات :

معامل المرونة لكل الجدائل = ١٩٥٠ نيوتن / مم٢ .

١ يعني الحمل عند أستطالة = ١ ٪ .

٢ الجديلة في وضع أسترخاء بسيط .

٣ الجديلة في وضع أسترخاء عادي .

ملاحظات :

١ – يراعي أن تكون الكابلات أو الجدائل التي سيتم شدها في عملية واحدة و من شحنة واحدة .

٢ – لا يسمح باستخدام الكابلات الملتوية أو الجدائل المفككة .

ثالثا : أجربة الجدائل Tendon Duct :

تكون من الصاج (المجلفن أو العادة) ومن مادة غير قابلة للصدأ وأن تكون متينة بحيث تقاوم ضغط الخرسانة والحقن ولا يسمح بوجود نغير فجائي علي القطر . تورد هذه المواسير بطول ٦ متر ويتم توصيل بعضها ببعض بواسطة وصلة صاج أو بلاستيك . تزود هذه الأجربة بفتحات للتهوية علي مسافات لا تزيد عن ١٥ متر – جدول (٢) .

يتم التفتيش علي الأجربة للتأكد من سلامة وصلاتها خاصة الوصلة بينها وبين رؤوس التثبيت كما يتم التأكد من عدم وجود أية إنسدادات وذلك بأدخال هواء مضغوط داخل هذا الجراب . توضع هذه الأجربة بحيث يكون المسافة بين أي جرابين لا تقل عن ضعف القطر الداخلي للماسورة .

يجب أن يزيد القطر الداخلي للجراب عن قطر الكابل بمقدار ٦ مم علي الأقل ، وألا تقل مساحة الجراب من الداخل

عن مرتين ونصف من مساحة مقطع الكابلات .

جدول (٢)

الأقطار الداخلية لمواسير الحقن والتهوية

نوع صلب سبق الأجهاد	عدد الأسلاك والجدائل المكونة للكابل	أقل قطر داخلي لمواسير الحقن والتهوية (مم)	
		مواسير الحقن	مواسير التهوية
أسلاك قطر ٧ مم . (٧mm Wires)	٩ – ٣٠	٢٠	٢٠
	٥٤	٢٦	٢٠
	٨٤	٣٣	٢٦
جـــدائل (Strands) قطر أسمي ١٢,٥ مم أو ١٢,٩ مم .	٧	٢٠	٢٠
	١٢	٢٠	٢٠
	١٨	٢٦	٢٠
	٣١	٣٣	٢٦
	٥٥	٤٠	٣٣
جـــدائل (Strands) قطر أسمي ١٥,٢ مم أو ١٥,٧ مم .	٥	٢٠	٢٠
	٨	٢٠	٢٠
	١٢	٢٦	٢٠
	١٩	٣٣	٢٦
	٣٧	٤٠	٣٣

يجري تثبيت الأجربة في مواضعها بكل دقة ويسمح بخطأ بمقدار ٥ مم للقطاعات الكبيرة و ٢ مم للقطاعات الصغيرة والبلاطات .

رابعا : المواسير البلاستيك داخل الأجربة Mandrill Pipes :

وهي مواسير قوية من البلاستيك تركب داخل المواسير الصاج لكي تصب حولها الخرسانة ، ثم تسحب المواسير البلاستيك مكونة فراغ تدكك منه الوايرات .

خامسا : رؤوس التثبيت Anchorage :

وهو الخاص بنقل الحمل من الكابل أو الجديلة الي الي العضو الخرساني . يراعي في تصميمها أن تسمح بتوزيع الأجهادات توزيعا منتظما في نهاية العنصر الخرساني وأن تحفظ قوة سبق الأجهاد مؤثرة .

الخابور Wedge :

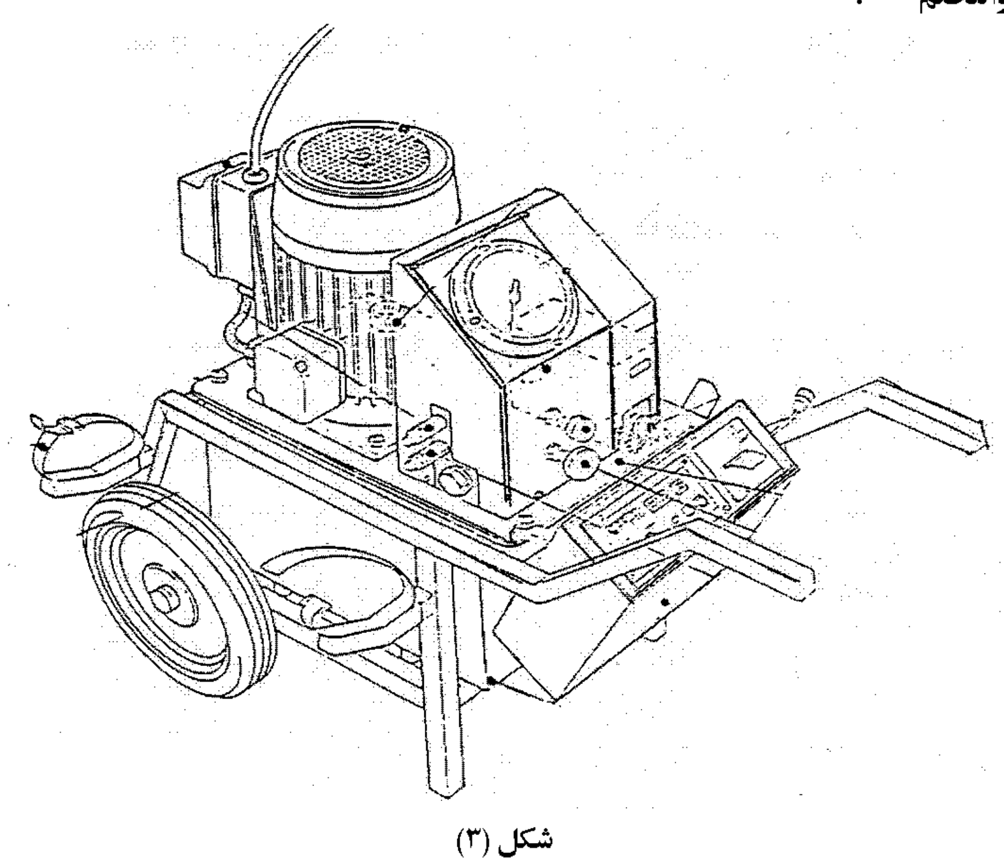
يتكون من ثلاثة فصوص مشرشرة أو فصان طبقا للنظام المستعمل . وترتبط الفصوص مع بعضها بسلك دائري للحفاظ عليها كمجموعة واحدة .

سادسا : المعدات الهيدروليكية :

وهي معدات تركيب وشد الكابلات وكذلك عملية الحقن وهي :

١ – طلمبة الهيدروليك :

هي طلمبة محمولة علي شاسيه و عجل لسهولة التشغيل في موقع العمل – شكل (٢) . ولهامحرك كهربائي بقدرة مناسبة – طلمبة هيدروليكية – مداخل ومخارج لزيت الهيدروليك المستخدم – فلاتر لتنقية الزيت – أذرع التشغيل والتحكم ...



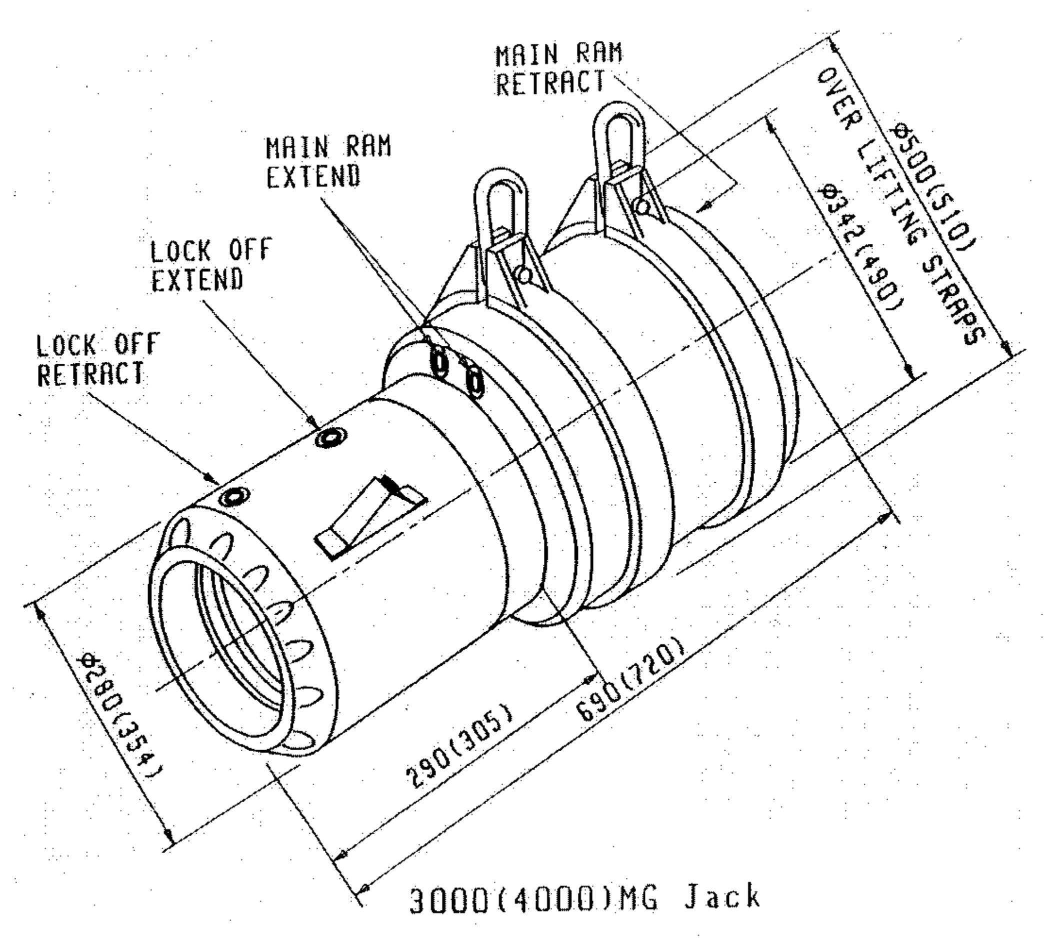
شكل (٣)

ماكينة الهيدروليك

٢ – كوريك الشد :

يختلف من واحد الي آخر حسب عدد الكابلات وقطرها وقوة الشد . يصنع من سبيكة خاصة كي يتحمل الضغوط الكبيرة التي يتعرض لها . يتصل بالكوريك خراطيم الضغط العالي الواصلة من طلمبة الهيدروليك .

ويتكون الكوريك من أسطوانتين مفرغتين تتحركان في أتجاهين متضادين ، تعمل الأسطوانة الأولي في أتجاه الشد والأسطوانة الأخري مركب في نهايتها طبق به فتحات مخروطية يركب عليها خوابير الشد ووضعها في مكانها – شكل (٤) .

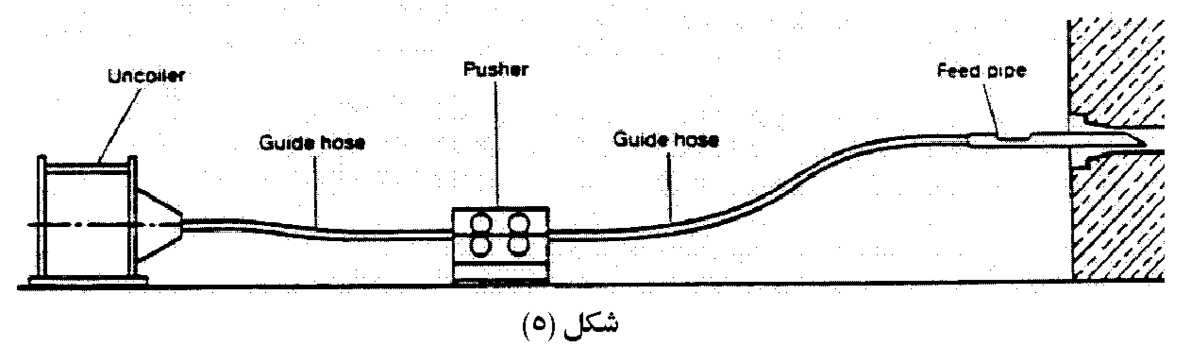


شكل (٤)

كوريك الشد

٣– ماكينات تدكيك الكابلات :

يلزم العمل في تدكيك الكابلات في داخل الماسورة ، قوة كبيرة حيث يتم تدكيك مجموعة من الكابلات قد تصل ١٩ كابل أو يزيد وقد تصل الأطوال الي عشرات الأمتار ، ولذلك يستعان بماكينه تعمل هيدروليكيا أو ميكانيكيا لدفع الكابلات في مكانها . يقوم المحرك بتشغيل مجموعة من الدرافيل المتلاصقة تقوم بدفع الكابل داخل المواسير – شكل (٥).

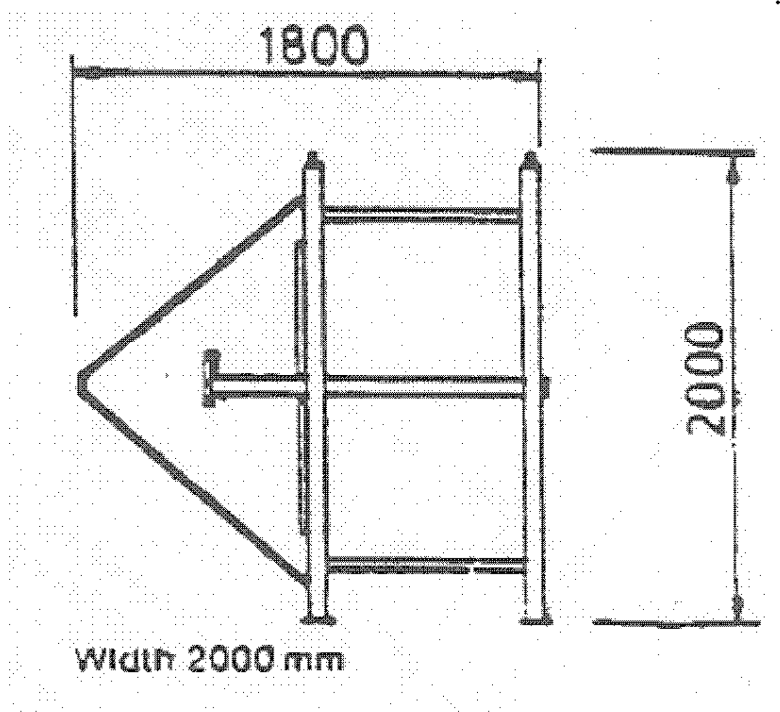


شكل (٥)

ماكينة تدكيك الكابلات

٤ – حامل بكرة الكابلات :

تكون الكابلات ملفوفة علي هيئة بكرة يصل وزنها الي ٢,٥ طن . هذه الكابلات مصنوعة من صلب عالي المرونة . لذلك لزم الأمر في وجود حامل لهذه البكرة لسهولة سحب الكابل وتدكيكه داخل المواسير – شكل (٦) .

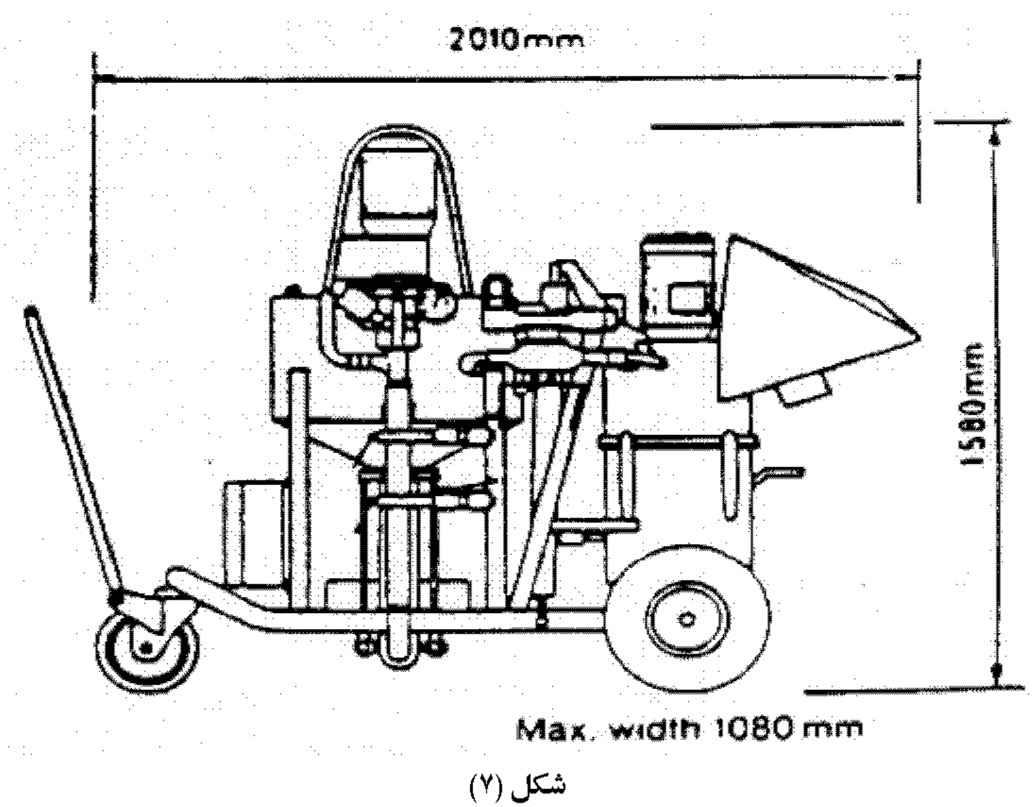


شكل (٦)

حامل الكابلات

٥ – طلمبة حقن المونة :

هذه الطلمبة مزودة بخلاط للمونة سعة حوالي ٤٥ لتر مكعب ثم طلمبة حقن تعمل علي ضغط مرتفع لدفع المونة الي المواسير بعد تمام عملية الشد . يقوم بتشغيل هذه الطلمبة محرك كهربي مناسب – شكل (٧) .

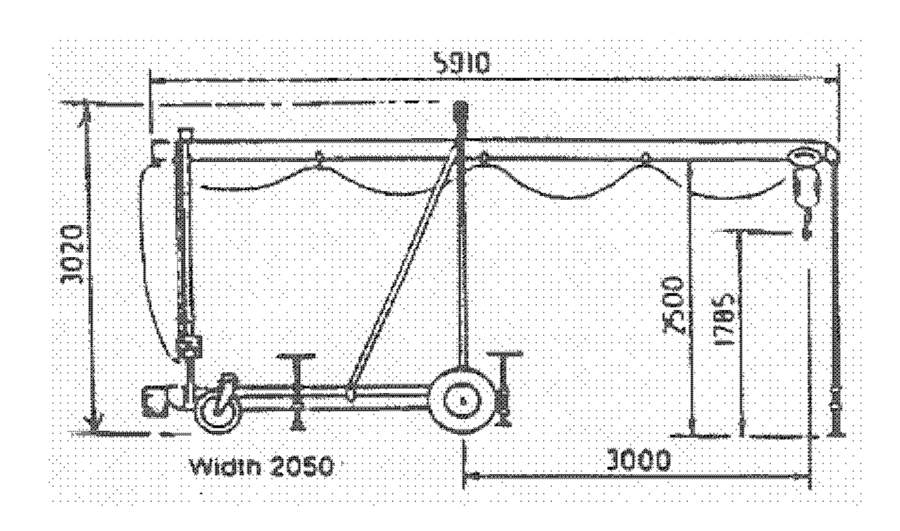


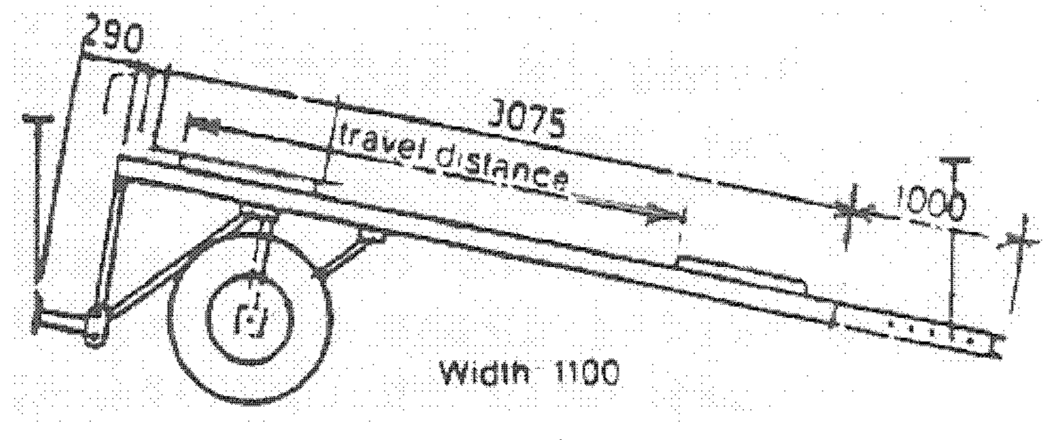
شكل (٧)

ماكينة الحقن

٦ – حامل كوريك الشد :

تكون أوزان هذه الكواريك كبيرة وقد تصل ١٥٠٠ كجم . ولسهولة الأستخدام ، يستخدم حامل الكوريك . مصنع من كمر حديد ومزود بونش صغير حمولته حتي ٥ طن . يعمل يدويا أو بالكهرباء كما أن هذا الحامل مزود بعجل لتسهيل الحركة – شكل (٨) .





شكل (٨)

حامل كوريك الشد

٧ – بعض المعدات الأخري المساعدة بالورشة مثل مخرطة الكابلات وماكينة تصنيع المواسير .

عملية شد الكابلات Applying of Pre stressing

١ – يتم نجهيز المواسير بالورشة حسب الأقطار المطلوبة .

٢ – يتم تخطيط أماكن كراسي الكابلات حتي يتحدد شكل المنحني للكابل Profile وذلك عن طريق الأحداثيات , Y , Z X .

٣ – يتم لحام الكراسي الحديدية (وتفضل أن تكون من الحديد المشرشر حتي لا تزلق المواسير علي الحديد الأملس) في أماكنها المخططة وترص المواسير من أسفل الي أعلي وتتصل المواسير ببعضها مستخدمين وصلة بقطر أكبر وبطول ٣٠ سم مع الحرص ألا تكون هناك أي كسرات .

٤ – يتم تركيب الجراب Anchor Casing في الفرمة الخشبية Pocket Former الذي يكون عادة من الخشب ويثبت في الخشب مسامير مشحمة حتي يسهل فكها بعد ذلك مع أخذ هذا الجيب الميول المناسبة لدخول الكابل وكذلك الأخذ في الأعتبار أبعاد الكوريك التي تمكنه من الدخول للوايرات أثناء تركيبه في أعمال الشد .

٥ – يتم وصل مواسير الجراب عن طريق مخروط صاج أو بلاستيك حسب النظام المتبع ، تلف الوصلات بشريط لحام جيد ويراجع دائما .

٦ – عملية التدكيك : وفيها تركب الوايرات علي الحامل وتصل بداية الكابل بماكينة التدكيك . في مقدمة الكابل يتم تركيب قطعة معدنية مخروطية الشكل تسمي (الطلقة) تنطلق داخل الماسورة وتخرج من الناحية الأخري وتقف عملية التدكيك و يقطع الكابل بصاروخ قطعية .

٧ – تركب خراطيم الحقن في مكانها عند النهايات والمناطق العالية من الكابل .

٨ – تثبت الكابلات فوق الكراسي كل ١ متر بحد أقصي بسلك رباط مزدوج مع تثبيتها بأسياخ خفيفة حتي لا تعوم مع صب الخرسانة .

التجهيز لعملية الشد :

أ – تزال الفرمة الخشبية Pocket Former بعد أنتهاء الصب بيوم .

ب – يوضع بلتة الخوابير Wedge Plate في موضعها مع مراعاة عدم تقاطع الويرات مع بعضها .

جـ – بعد تكسير مكعبات الخرسانة للتأكد من وصولها للأجهادات المطلوبة يتم وضع الخوابير في كل واير مع تشحيم الخوابير مع الدق الخفيف عليها .

د – يركب الكوريك ويتم الشد حسب القوة المطلوبة . تحسب الأستطالة في الكابل عند القوة النهائية وتقارت بلتصميم .

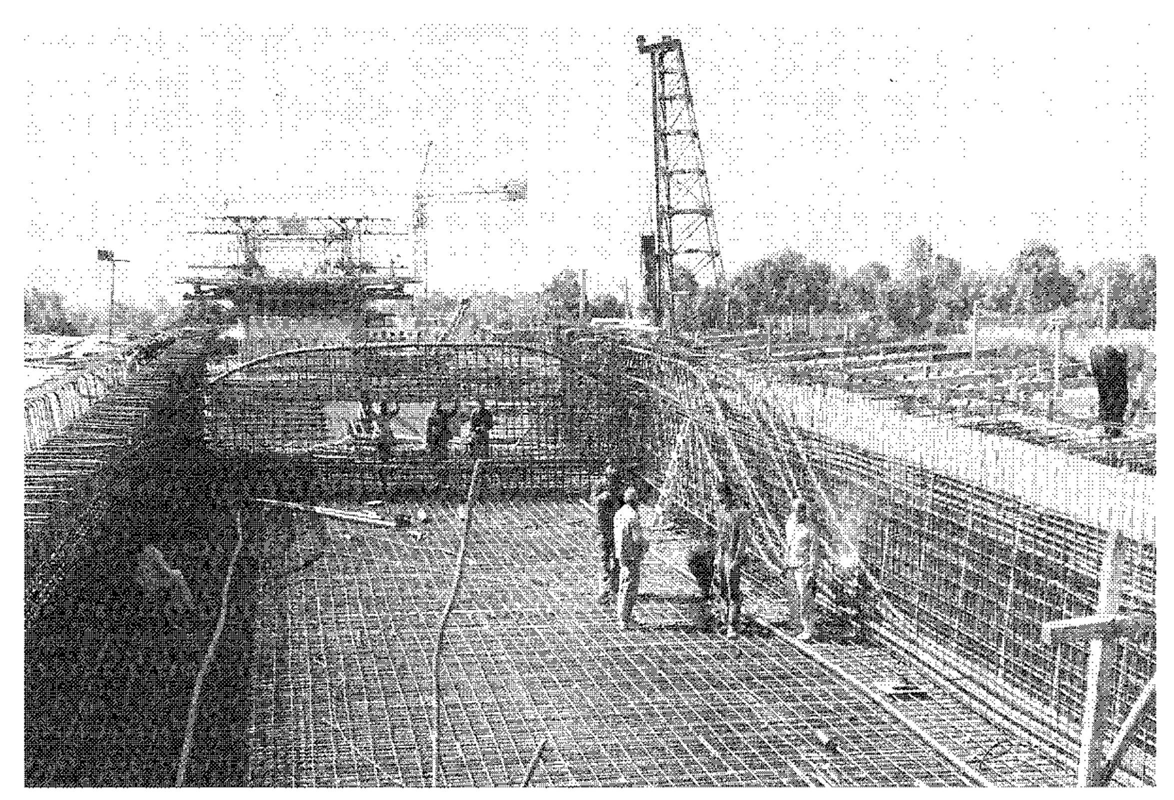
هـ – بعد ثبات الخوابير في مكانها النهائي ، نخرج الكوريك من مكانه .

أعمال الحقن :

أ – يضغط هواء بالكابل لخروج أي أتربة ولضمان عدم وجود أنسداد به .

ب – يضخ اللباني حتي يخرج من فتحات التهوية وتقفل فتحات خراطيم الهواء . يتم الحقن من أوطي نقطة بالكابل.

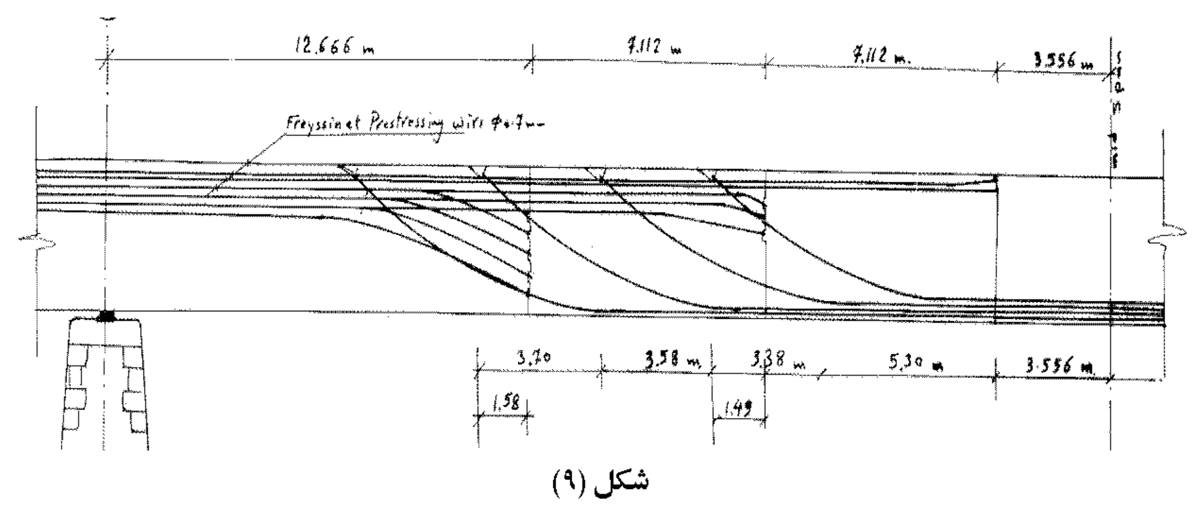
شكل (٩) يوضح رص الكابلات في أحد مشروعات الكباري .



Reinforcement of the lower slab and webs

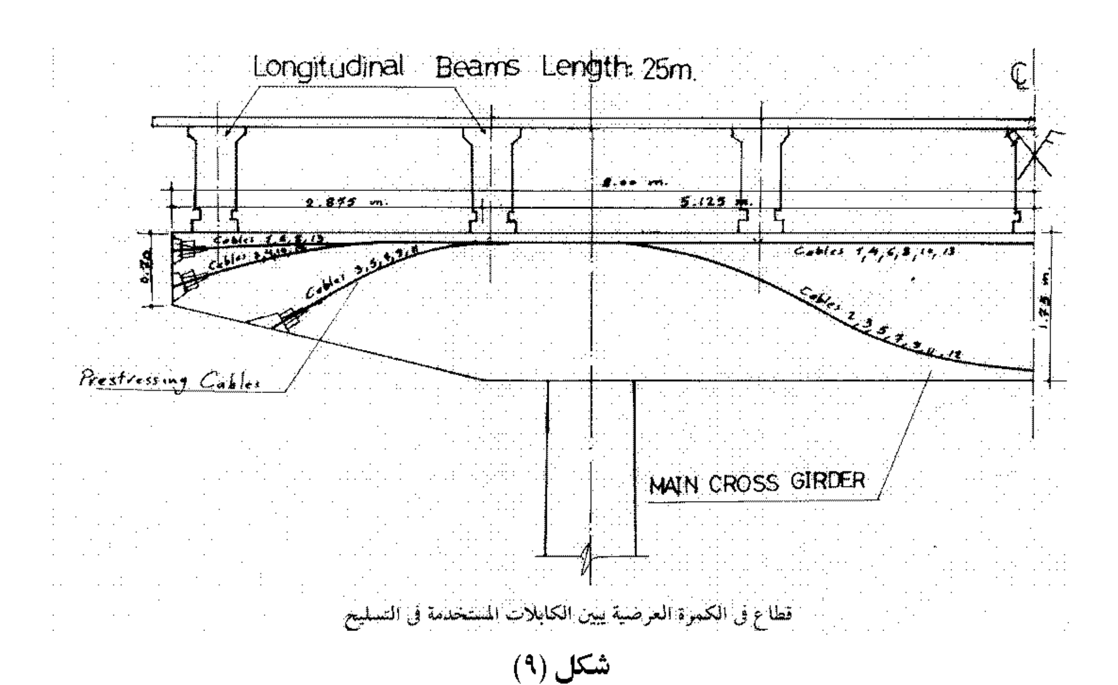
شكل (٩)

عملية رص وتثبيت الجراب في موضعه بالكمرة لأحد الكباري



شكل (٩)

قطاع طولي في الكمرة الطولية يبين تفاصيل تسليح الكابلات السابقة الأجهاد



شكل (٩)

قطاع في الكمرات العرضية لأحد الكباري تبين تفاصيل الحديد سابق الأجهاد

عملية الحقن :

يجب أن تكون مونة الحقن من الأسمنت والرمل (يمر من منخل ١,١٨) وكذلك الأضافات إذا كانت ستحسن من كفاءة مونة الحقن وبشرط أن تكون خالية من الكلوريدات والنترات والكبريتات وألا تقل مقاومة المونة عن ٣٠ نيوتن / مم٢ بعد ٢٨ يوم . يجب أن تحقق الأضافات المضافة الي مونة الحقن ما يلي :

التشغيلية الجيدة **Workability**.

القوة **Strength**.

غير قابلة للتشرخ **Non Shrinkage**

يجب أجراء عملية الحقن بسرعة بعد أجراء عملية الشد للكابلات لمنع حدوث صدأ للكابلات ، كما يجب أستخدام مونة الحقن خلال نصف ساعة من الخلط إلا في الحالات التي يستخدم فيها أضافات لتلأخير زمن الشك . يراعي أن يجري الحقن بحيث يملأ الأجربة بأكملها وباستخدام مضخات ذات قدرة مناسبة بحيث تضخ بمعدل ٦ – ١٢ متر / دقيقة في حالة الأجربة الأفقية . يكون الحقن مستمرا وبطيئاحتي لا يحدث إنفصال في مكوناته خاصة في الأماكن التي بها أختناقات وبتم أغلاق فتحات التهوية تباعا مع ملء الأجربة مع الأحتفاظ بضغط = ٠,٥ نيوتن / مم٢ لمدة ٥ دقائقبعد غلق آخر فتحة تهوية .

أما بالنسبة الي الأجربة الرأسية فيتم أستخدام طلمبات يمكنها ضغط ٢ – ٣ متر/ دقيقة عند ضغط ٢ نيوتن / مم٢ .

الشدادت الخلفية لصلب جوانب التربة والصخور السابقة الأجهاد

Rock & Soil Anchors

الشداد الأرضي **Soil Anchor** هو عضو إنشائي ينقل قوي الشد بالمنشأ الي الأرض الطبيعية التي تقاوم هذه القوي عن طريق أجهاد القص بالتربة **Shear Strength** .

يتكون الشداد من ويرات (أسلاك) من الصلب المسحوب علي البارد والفائق المقاومة **High Strength Steel Tendons** وبالميل التصميمي و المحاطة بمواد الحقن لمقاومة القوي المؤثرة بالمنشأ بأمان . يجب عزل هذه الوايرات ضد الصدأ .

<u>مجالات أستخدامات الشدادت الخلفية :</u>

١ – تقوية وتثبيت التربة .

٢ – الحوائط الساندة سواء كانت حوائط لوحية **Diaphragm Walls** أو خوازيق متماسة **Secant Piles** أو ستائر معدنية **Sheet Piles**.

٣ – تجارب تحميل الخوازيق .

٤ – تقوية الجوانب الصخرية الضعيفة في مشروعات الأنفاق .

٥ – تستخدم في رباط لأساسات للمنشآت المعرضة لقوي رفع مائية **Up Lift** في طبقات الأرض السفلي . بعض تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية – شكل (١٠)

<u>تعريفات :</u>

* الطول الثابت للشداد **Fixed Anchor Length** : هو الطول المناسب من الشداد لمقاومة ونقل قوي الشد الي الأرض الطبيعية – شكل (١١) .

* الطول الحر للشداد **Free Anchor Length** : وهو الجزء من طول الشداد الذي لا يتم خلاله نقل أي قوي الي الأرض المحيطة – شكل (١١) .

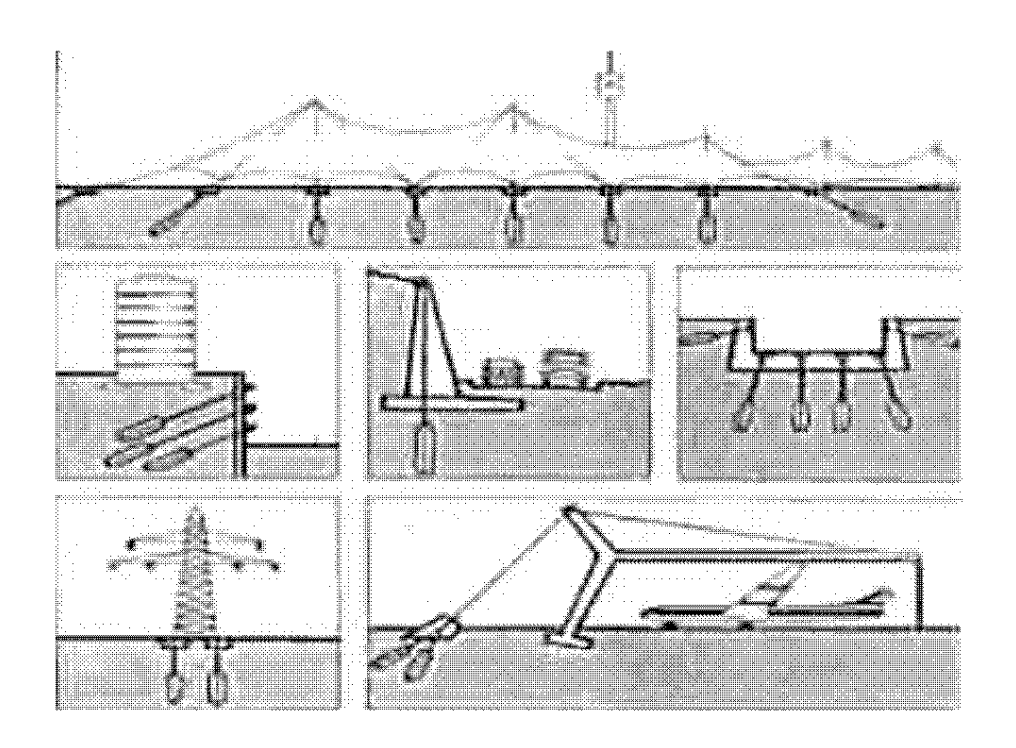
* الشداد الميت – الخامل **Dead Anchor** : الشدادت يمكن أن تكون في حالة خمول ، أي ليس عليه أي قوي شد . وفي حالة تحرك الأرض المحيطة بالشداد لأي سبب ، تتولد القوي في هذا الشداد – شكل (١٢) .

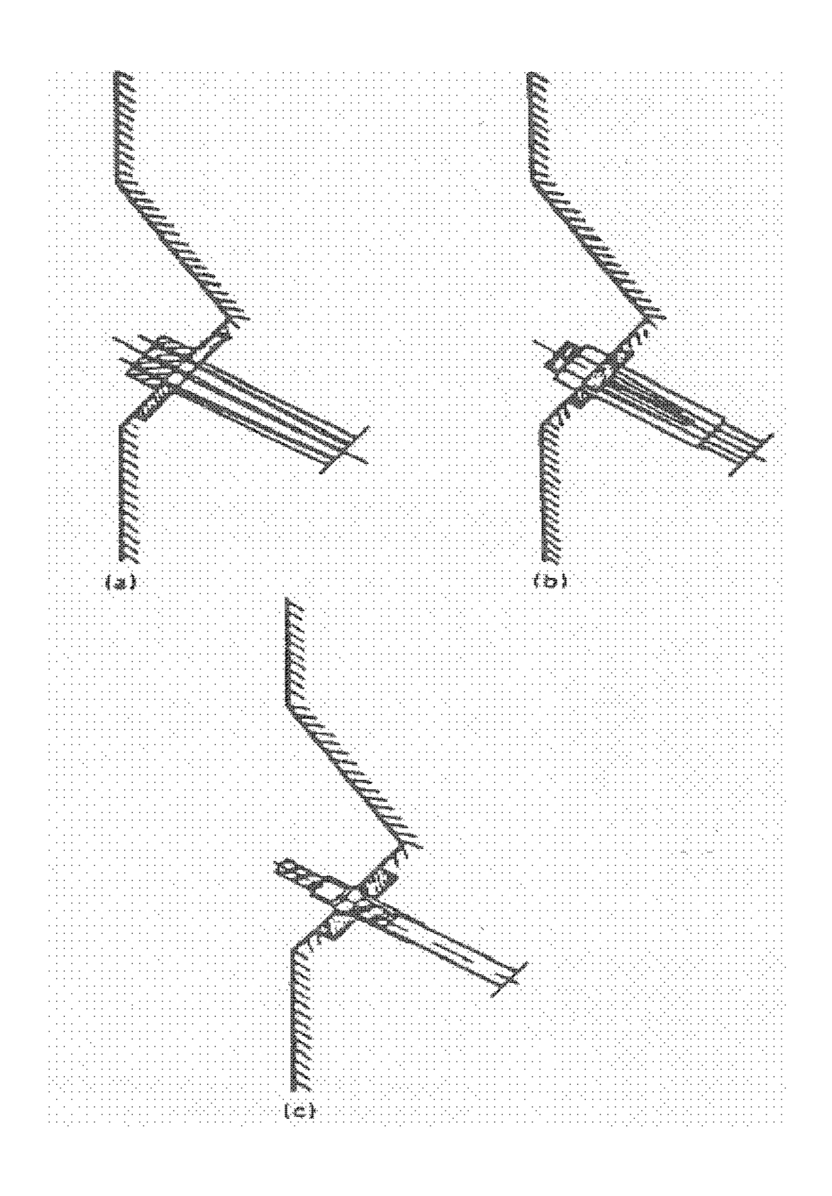
* الشداد المستخدم في الشد : وهو الشداد العادي ويقاوم قوي الشد الواقعه عليه بأمان – شكل (١٢) .

* الشداد المتخدم في الضغط : بطرق معقدة تنتقل القوي الموجودة بالكابلات الي الجزء الأخير من الشداد (مقدمة الشداد) وتصبح هذه الشدادات شدادات ضغط **Compression Anchors** . هذه الشدادات تعمل كشدادات مؤقتة – شكل (١٣) .

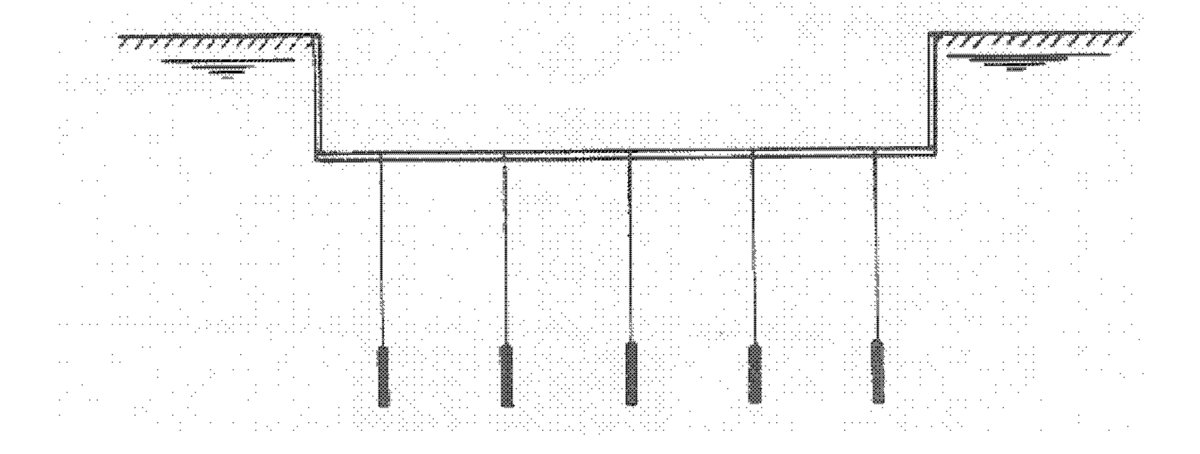
* شدادات مؤقتة Temporary Anchors : ويعمل في الصلبات المؤقتة لمدة أيام أو شهور حتي أتمام المشروع ثم يزال بعد نهو العمل – شكل (١٤) .
* شدادات ثابتة Permanent Anchors : وهو الشداد المستمر طوال عمر المنشأ لسنوات عدة مثل أعمال الحوائط الساندة و جوانب الأنفاق الصخرية ويزول بنهاية عمر المشروع – شكل (١٤) .

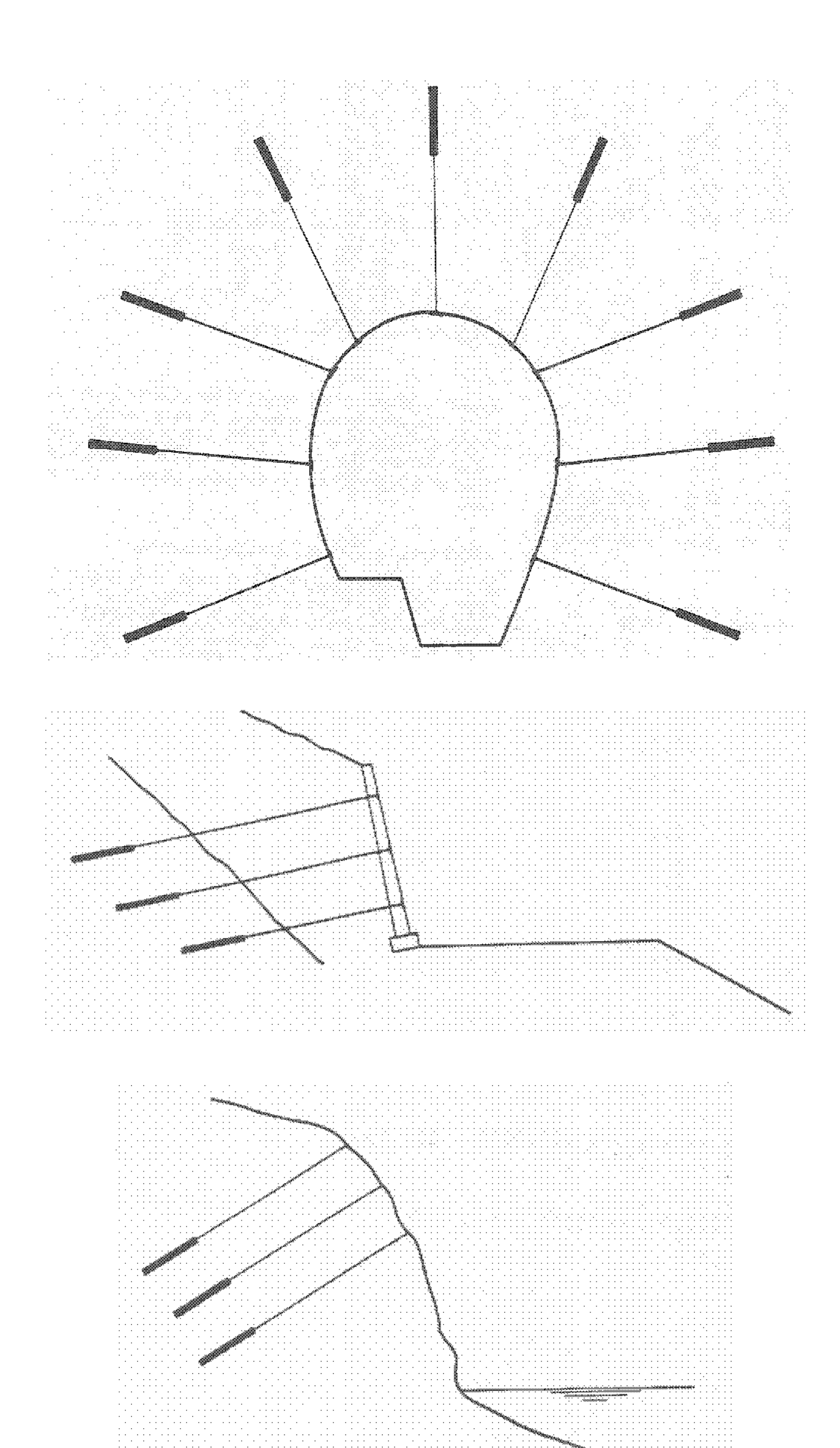
و قد تظهر أي شروخ محتملة في مونة الحقن بسبب قوي الشد الواقعة علي الكابلات أو إنكماش المونة والذي يمكن أن يسبب الصدأ لهذه الكابلات .

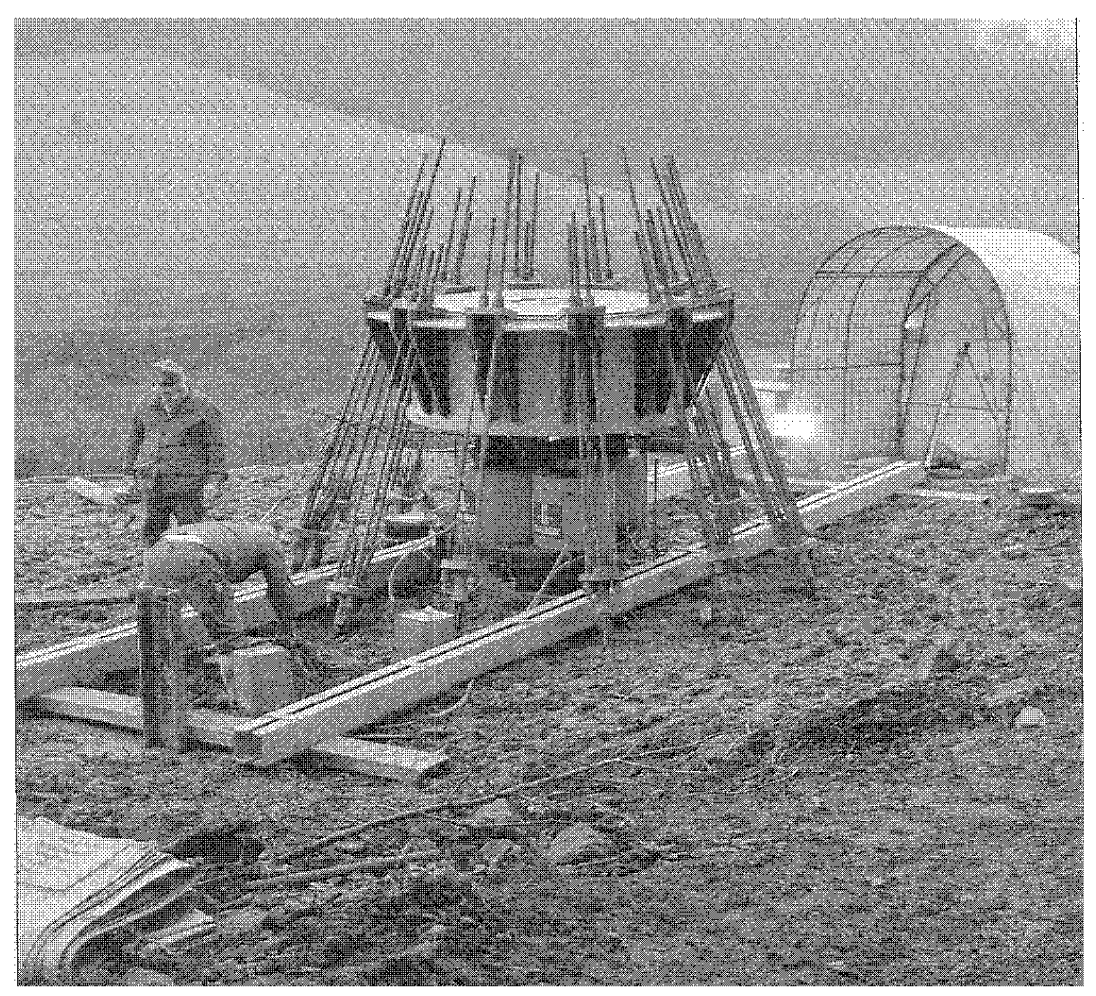




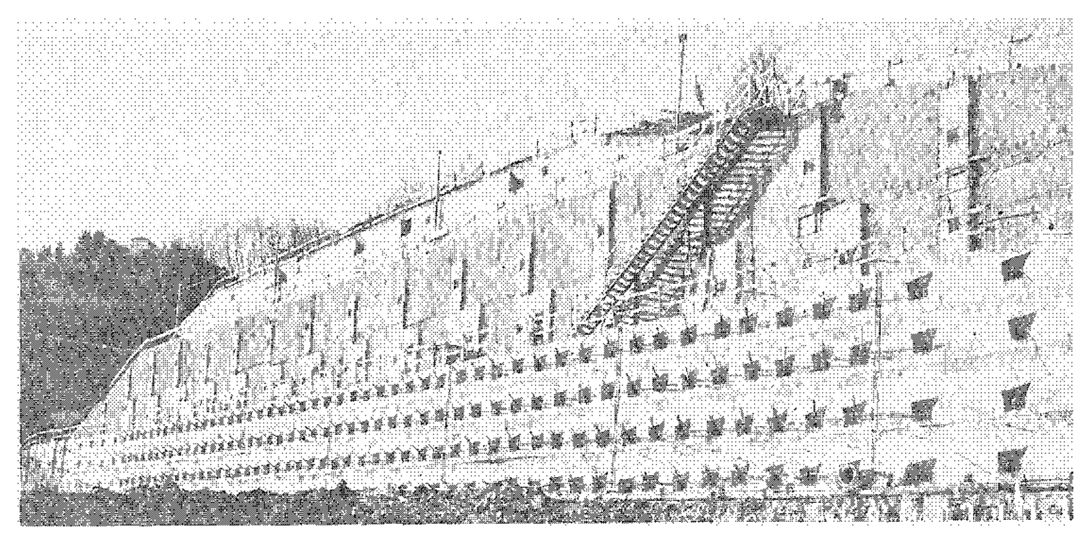
(a)
(b)
(c)





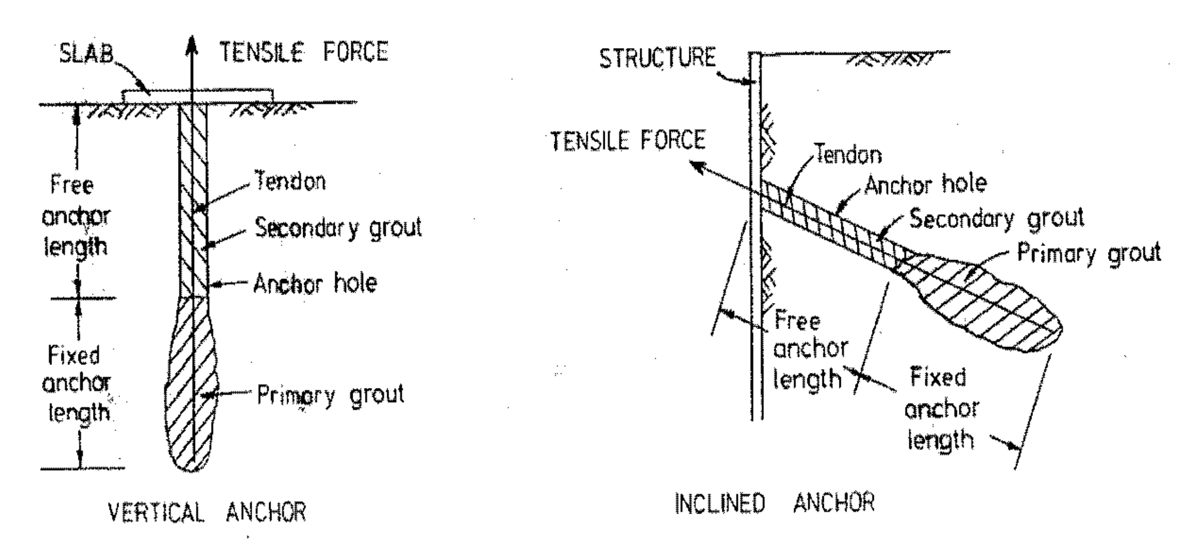


أختبارات تحميل الخوا زيق



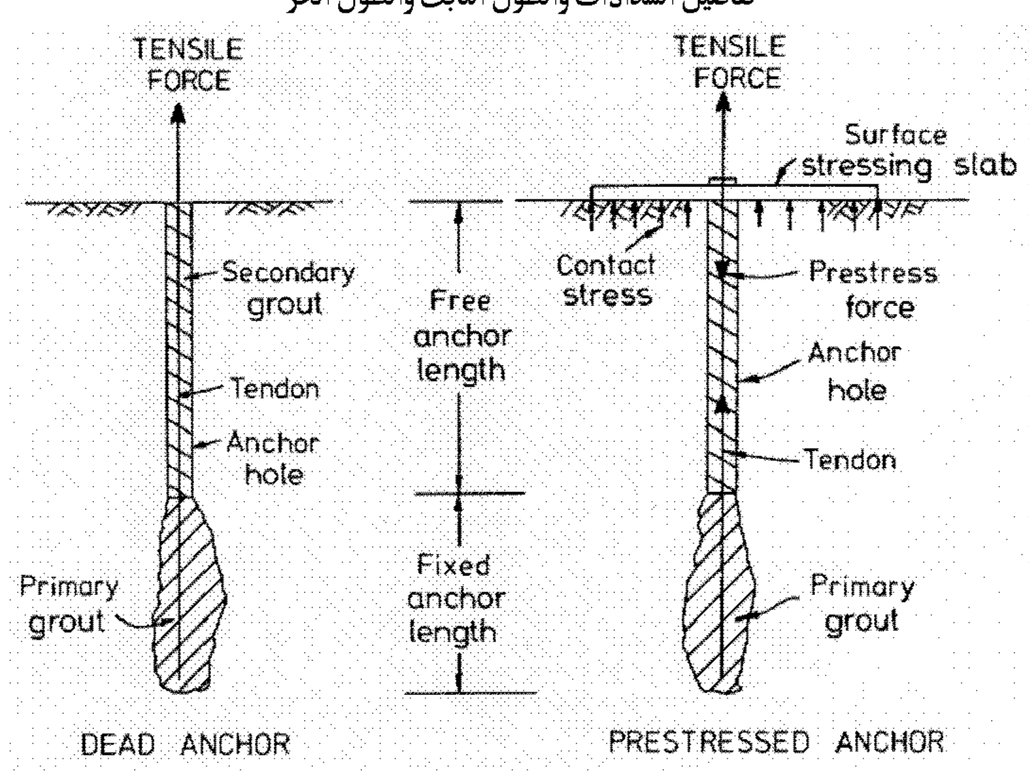
شكل (١٠)

تطبيقات أستخدام الشدادات الخلفية سابقة الأجهاد - تثبيت الميول الصخرية



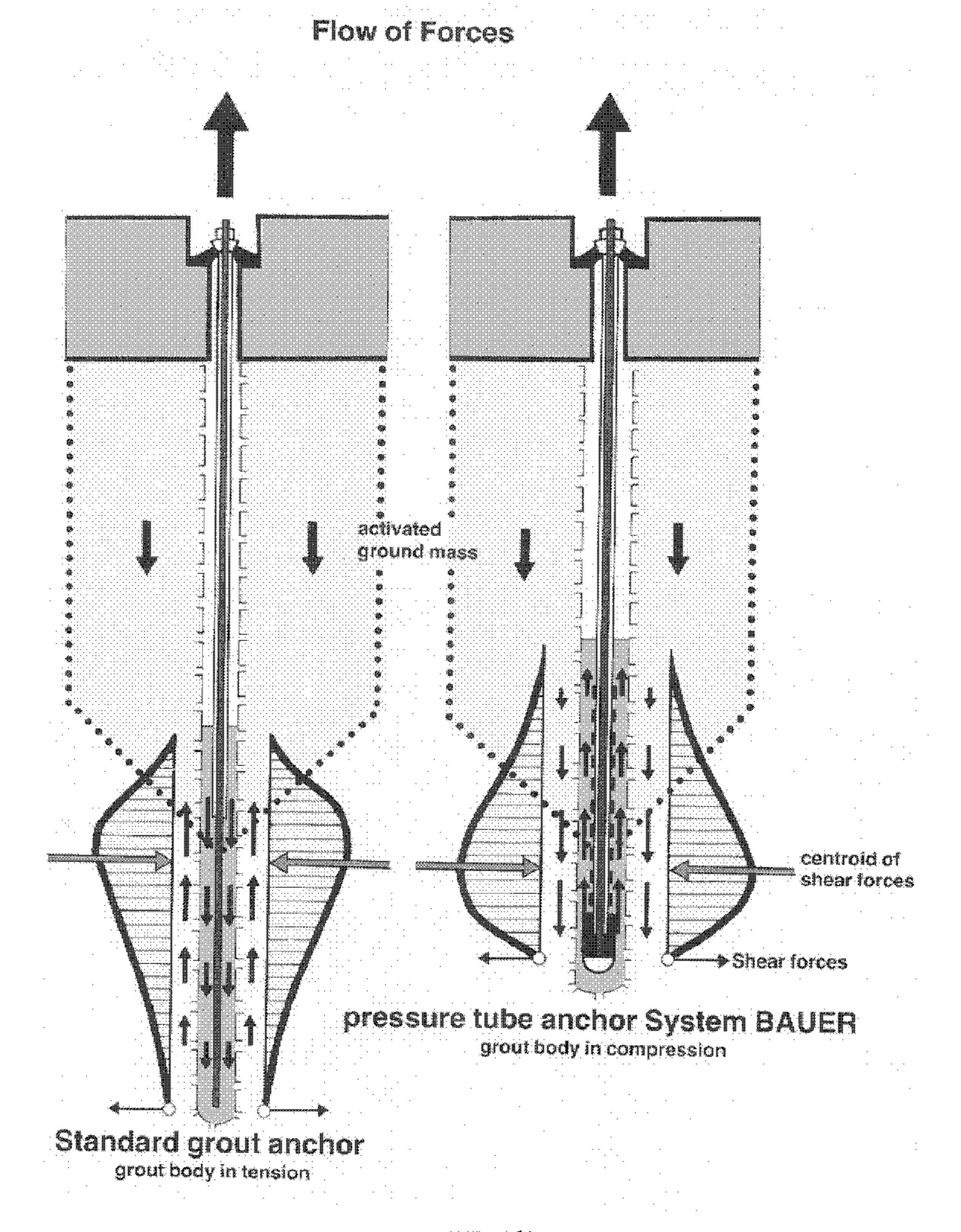
شكل (١١)

تفاصيل الشدادات والطول الثابت والطول الحر



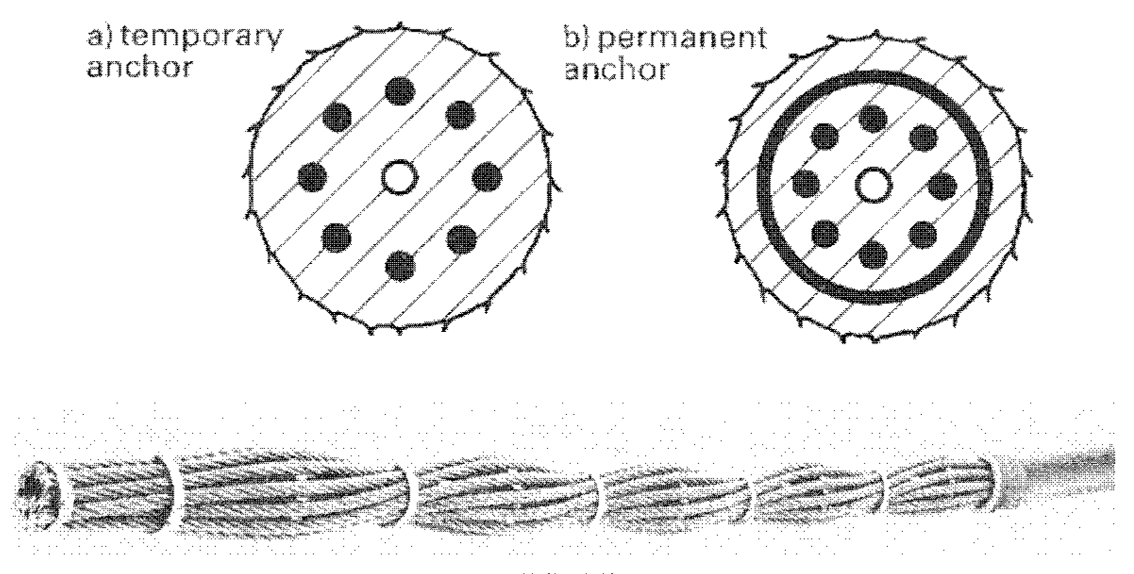
شكل (١٢)

الشداد الخامل – الميت



شكل (١٣)

مخطط يبين تفاصيل خطوات تنفيذ الشدادات في حالة الضغط و حالة الشد



شكل (١٤)

الشداد المقت و الشداد الدائم – شكل جديلة من مجموعة كابلات قبل تدكيكها

بعض أنواع الشدادت لبعض الدول باستخدام خامات أخري – شكل (١٥).

Pressure pipe anchor
protective plastic casing
anti-corrosion paste
grouted cement body
pressure pipe

Corrugated tube anchor
protective plastic casing
grouted cement
anchor tendon
grouted cement body
corrugated tube

Strand anchor
protective plastic casing
cement grout
strands
grouted cement body
corrugated tube

St 52 anchor
protective plastic casing
anti-corrosion material
anchor tendon
grouted cement body

شكل (١٥)

بعض أنواع الشدادات المستخدمة وتفاصيلها

خطوات العمل :

التثقيب:

١ – التثقيب : يتم التثقيب بالحفر الدوار Drilling Machine وذلك بتوصيل مواسير قلاووظ بعضها ببعض حتي الوصول الي الطول التصميمي المطلوب وبالميل المطلوب . لا يستعمل البنتونايت لصلب جوانب الثقب حيث يمثل ذلك عازلا بين الكابلات وبين مواد الحقن .

وفي حالة الصخور ، يتم التثقيب بواسطة مثقاب ميكانيكي يعمل بضغط الهواء وتتصل عتلات حديدية مع بعضها حسب طول الثقب وبعد أنتهاء العمل تخرج العتلات الي الخارج (مع تنظيف الثقب أثناء خروج العتلات) وتوضع ماسورة بلاستيك مكانها حتي لا يسد الثقب من تساقط الصور والأتربة .

٢ – تدفع ماسورة معدنية رقيقة ذات جدار معرج الي داخل الثقب حتي نهايته . يمكن (بطريقة أخري) ، أن توضع الكابلات داخل الماسورة ثم تدفع الماسورة داخل الثقب .

٣ – تدفع الي داخل الماسورة مجموعة الكابلات (ذات القوه الفائقه) في حزمة واحدة بالأضافة الي مواسير الحقن

٤ – تركب أغطية الحقن علي الفتحات في الماسورة .

الحقن :

٥ – يضغط هواء داخل الثقب لخروج أي أتربة وعدم وجود أي أنسداد .

٦– تبدأ عملية الحقن بالأسمنت اللباني (أسمنت مقاوم للكبريتات) تحت ضغط عالي حتي تملأ الماسورة المعرجه و كذلك الفراغ بين جدار الحفر و الماسوره المعرجة .

٧ – باستمرارية خروج اللباني ، تقفل فتحات خراطيم الهواء .

٨ – يترك الشداد فتره حتي يتم وصول المونة الي القوه النهائية .

٩ – تصنع رأس الشداد علي الحائط المقابل – ثم تبدأ عملية شد الكابلات بواسطة روافع هيدروليكية خاصة حتي نصل الي القوه المطلوبة في الشداد .

١٠ – يتم عند كل حزمة من الكابلات وضع خوابير معدنية مخروطية الشكل . عند أيقاف الروافع و محاولة الكابلات العودة الي الوضع الأصلي – بعد حدوث الأستطالة في الكابلات – فأن الخوابير المعدنية المخروطية تمنع أرتداد الكابلات – كما تقاوم الحلقة المعدنية الممسكة بمجموعة الخوابير أرتدادها . تتولد قوي كبيرة جدا في الكابلات = قوه الشد المصمم عليها الشداد .

ملاحظة :

١ – في حالة الشدادات المؤقتة ، لا تستخدم الماسورة المعدنية ذات الجدار المعرج و يكتفي بماسورة حقن واحدة في محور الشداد .

٢ – تكون مادة الحقن من الأسمنت : الماء = ٠,٤ مع أضافة مادة لتحسين خواص المونة الأسمنتيه كي تتحقق الميزات التالية :

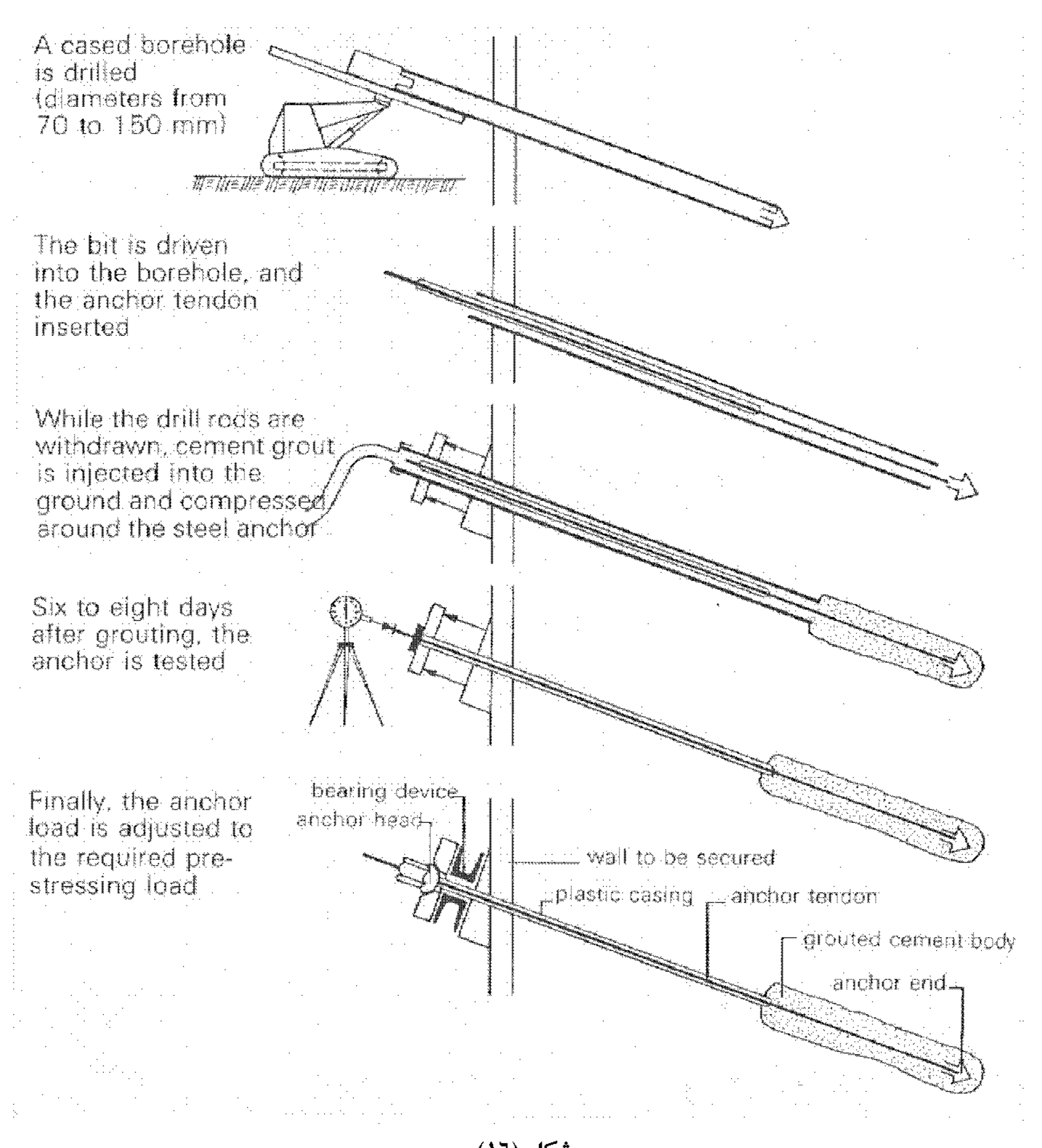
* منع ظاهرة النضح **Bleeding** .

* غير قابلة للتشرخ **Non Shrinkage** .

* جيدة التشغيلية **Good Workability** .

* فائقة القوة **Strength** .

خطوات تنفيذ الشدادات – شكل (١٦) :



شكل (١٦)

خطوات تنفيذ الشداد بشكل عام

سنعرض الي أحد الأنواع الشهيرة من الشدادات المستخدمة في المملكة المتحدة ، وهي لا تختلف مع الشدادات الأخري إلا في بعض التفاصيل البسيطة :

أنواع الشدادات المستخدمة في المملكة المتحدة :

شكل (١٧) – يعطي خطوطا عامة عن الخطوط العريضة للأشكال Type ١ - Type ٢ – Type٣ المستخدمة في المملكة المتحدة :

١ – شدادات بقطاع أسطواني حول أسلاك الشد ويلي هذه الخطوة عملية حقن القطاع بالأسمنت . تفاصيل تنفيذ الشداد – شكل (١٨) . يستعمل هذا النوع في التربة الصخرية ويستعمل آلة الدقاق الدوار Percussive Drill Rig في حفر الثقب . ينظف الثقب بدفع الهواء أو الماء لتنظيف الثقب . عادة يمكث الحقن سبعة أيام كي يتصلد ويتم بعد ذلك شد الكابلات .

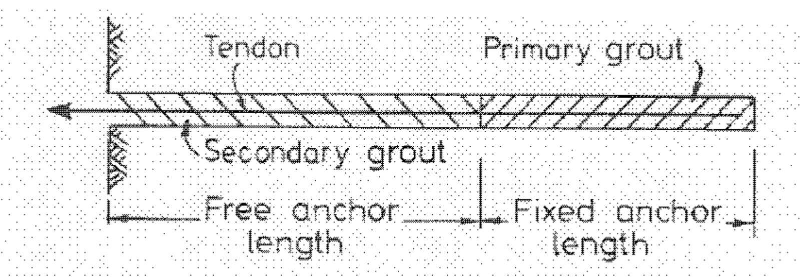
٢ – شدادات بقطاع أسطواني يتضخم في نهايته مكونا جزء متضخم Bulb تحت تأثير ضغط حقن محسوب . تفاصيل تنفيذ الشداد – شكل (١٩) . يستعمل في جميع أنواع التربة ويتم عمل الثقب بواسطة آلة الدقاق الدوار Rotary Percussive Drill . يتراوح قطر الثقب المناسب ٧٥ – ١٢٠ مم . جميع تلك الأنواع تستخدم ماسورة حقن قطر ٢٥ مم تكون في حزمة واحدة مع الكابلات . يضغط الحقن خلال الماسورة وفي نفس الوقت تسحب الماسورة الخارجية الي الخارج .

٣ – شدادات بقطاع متضخم بطريقة ميكانيكية في موضع واحد أو عدة مواضع لمقاومة الأحمال المتوقعة – تفاصيل تنفيذ الشداد – شكل (٢٠) . تعتمد قدرة الشداد علي قوة الطبقة الطينية . يفضل القيام بعمل ثقب الشداد بواسط الآلة الدوارة Rotary Rig مع عمل توسيعات في أماكن محددة (تشبه الجرس) كل ٨٠ سم وذلك بالطرق الميكانيكية . تتم هذه التوسيعات بواسطة فرشاة خاصة Special Expanding Brush .

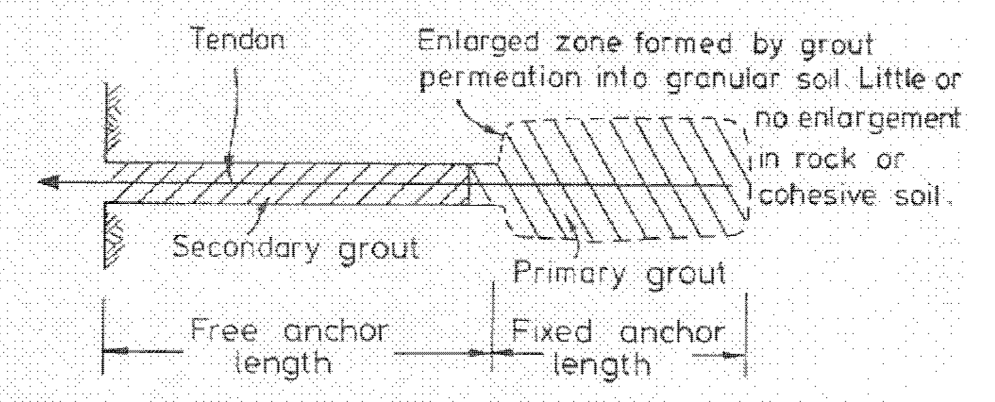
يكون الحقن بالأسمنت (وهو الأفضل) للشدادات كما أنه الأفضل في حماية الأسلاك من الصدأ . وفي بعض الأحيان يتم الحقن حول الكابلات بمادة راتنجية Resin أو مواد إيبوكسية .

وتصلح هذه الطرق في حالة أن طبيعة التربة لا تنهار في حالة تنفيذ ثقب الشداد .

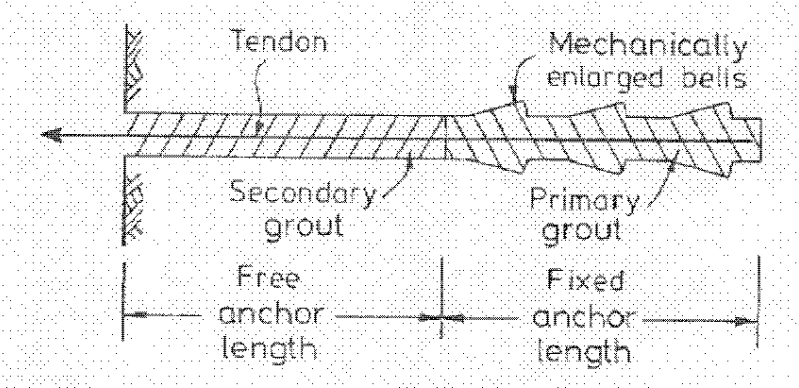
يفضل أضافة أضافات الي مونة الحقن للأسراع بتصلد مونة الحقن ، علي أنه في يعض الأحيان و في حالة الرغبة في شد الكابلات خلال ساعات بعد تدكيك الكابل والحقن ، يتم أستعمال مواد إيبوكسية أو بوليستر.



TYPE 1 ANCHOR CYLINDER FILLED WITH GROUT



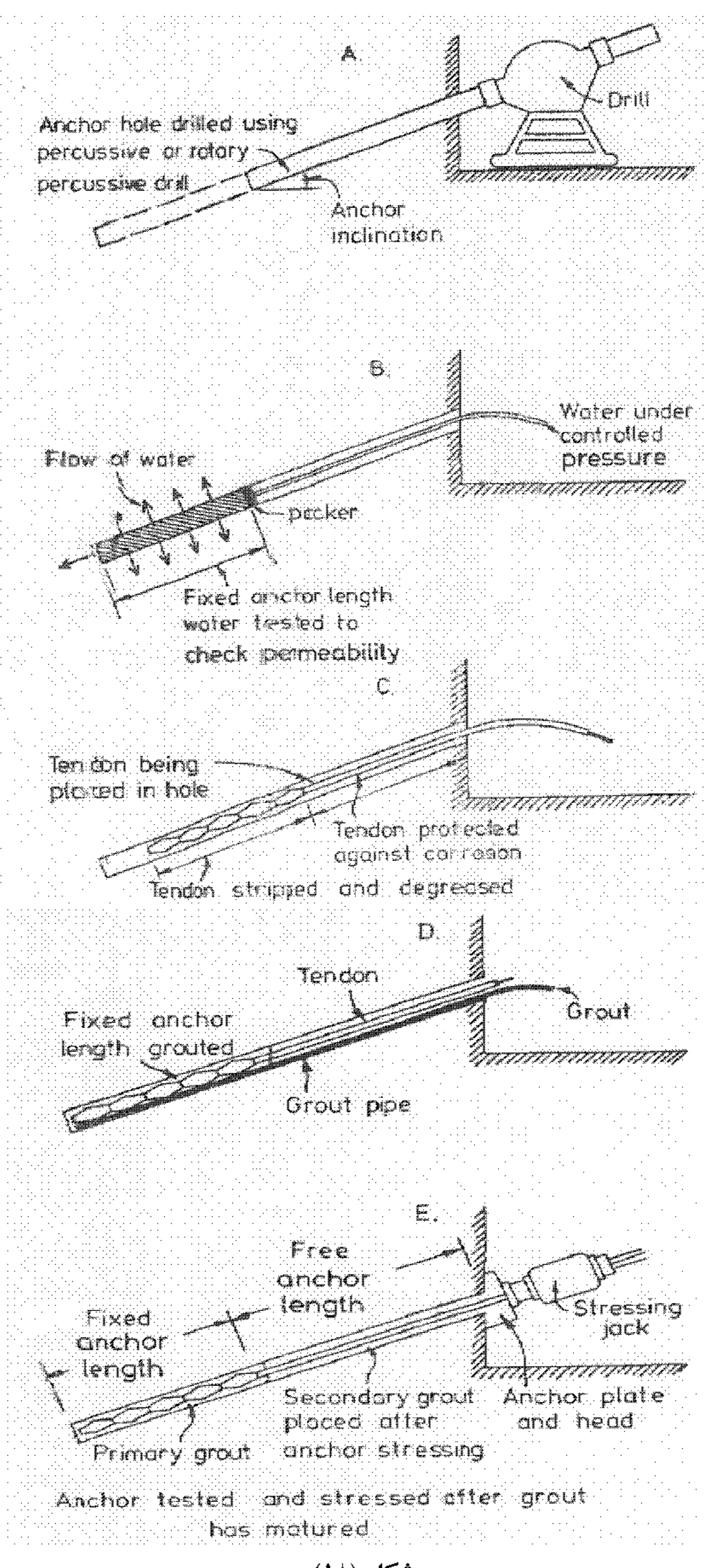
TYPE 2 ANCHOR CYLINDER ENLARGED BY GROUT INJECTED UNDER HIGH BUT CONTROLLED PRESSURE



TYPE 3 ANCHOR A CYLINDER MECHANICALLY ENLARGED AT ONE OR MORE POSITIONS ALONG ITS LENGTH

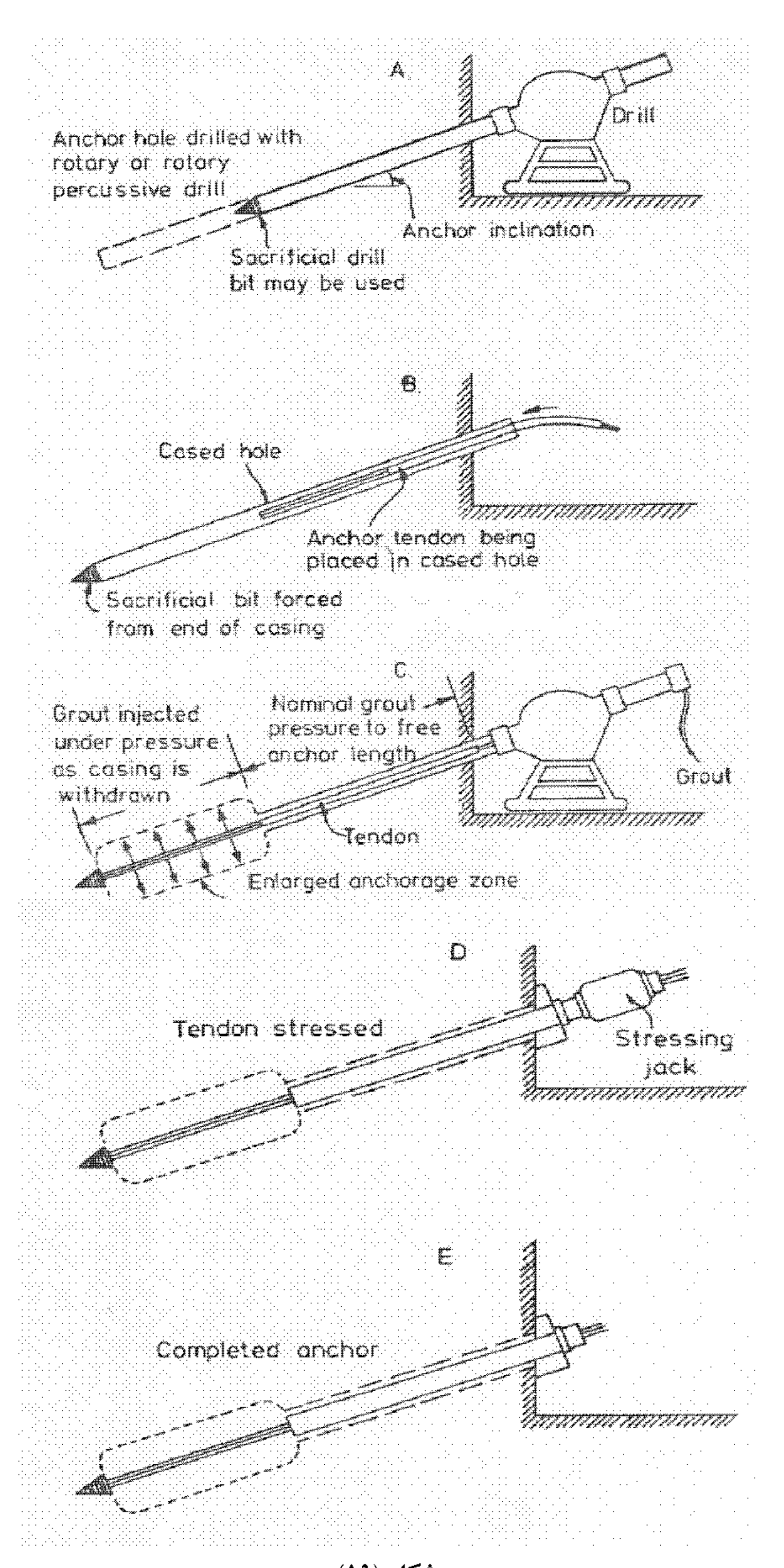
شكل (١٧)

الخطوط العريضة لأنواع الشدادات الأول و الثاني والثالث



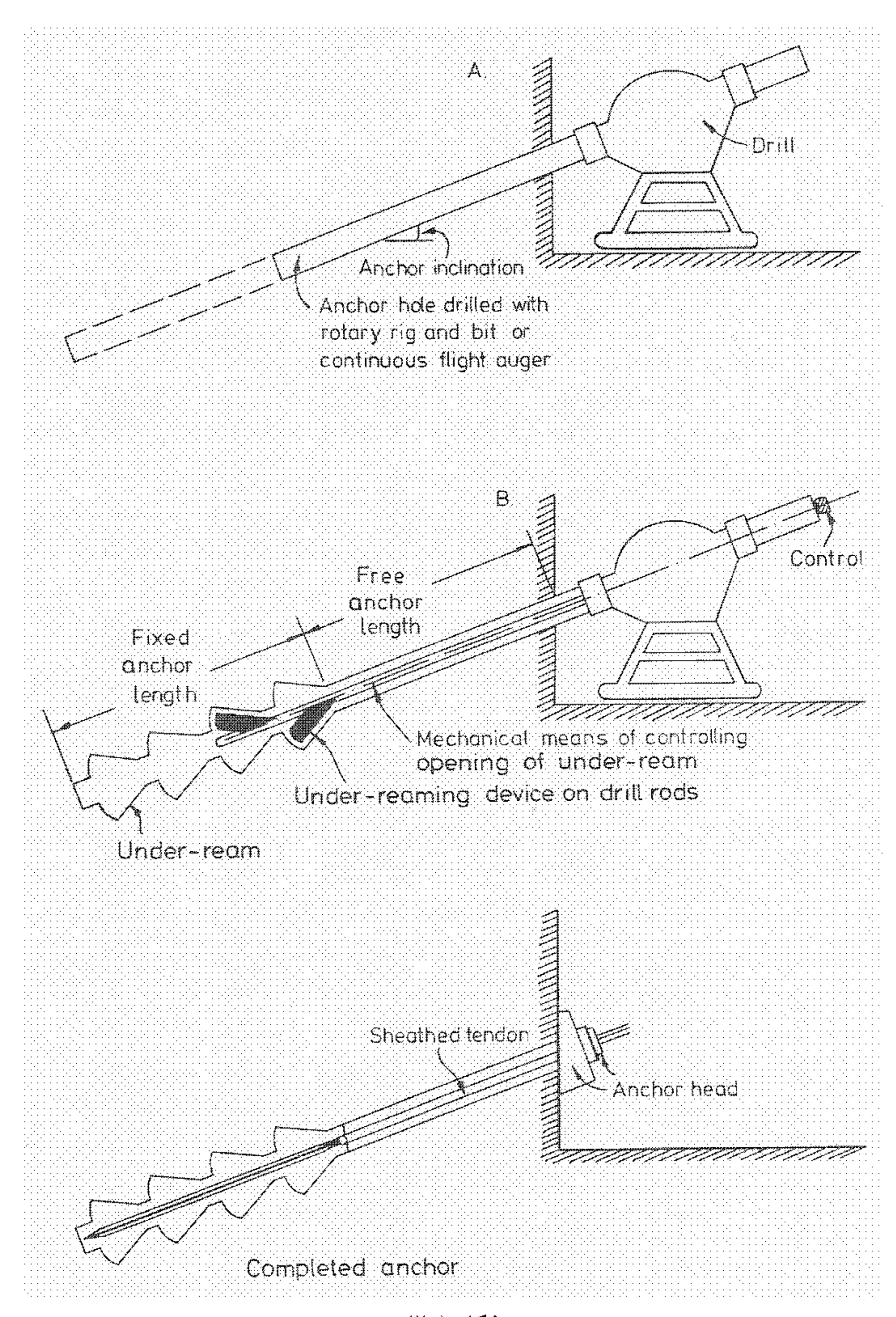
شكل (١٨)

خطوات تنفيذ الأعمال –النوع الأول (١) Type



شكل (١٩)

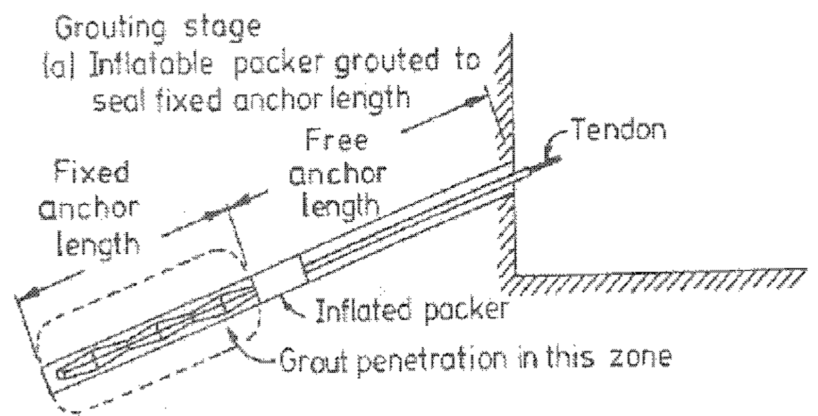
خطوات تنفيذ الأعمال –النوع الثاني (٢) Type

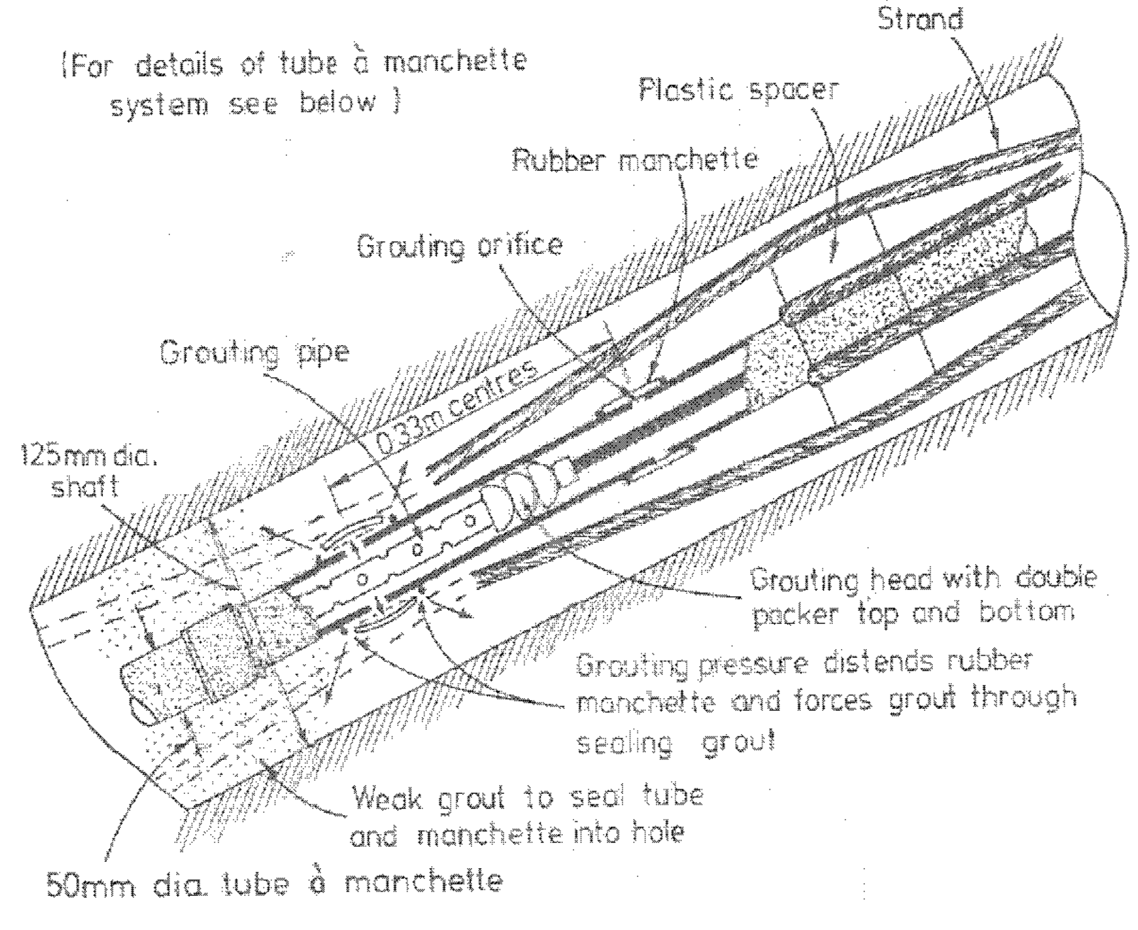


شكل (٢٠)

خطوات تنفيذ الأعمال –النوع الثالث (٣) Type

تفاصيل مقدمة الشداد وميكانيكية الحقن – شكل (٢١).

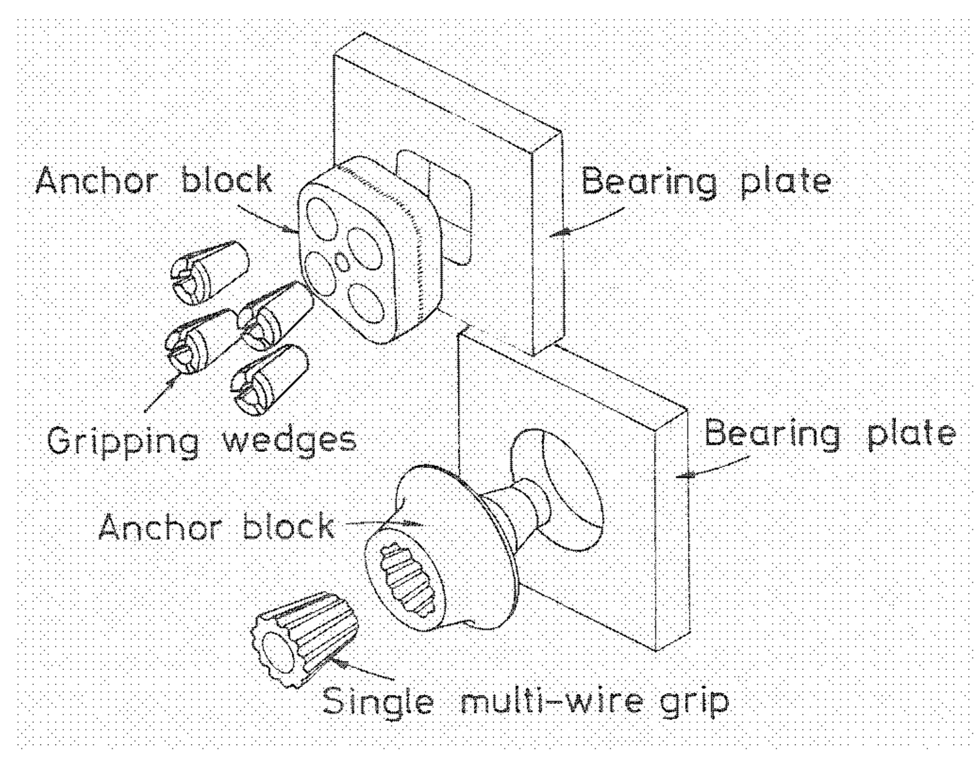




شكل (٢١)

تفاصيل نهاية الشداد والماسورة الخاصة بالحقن

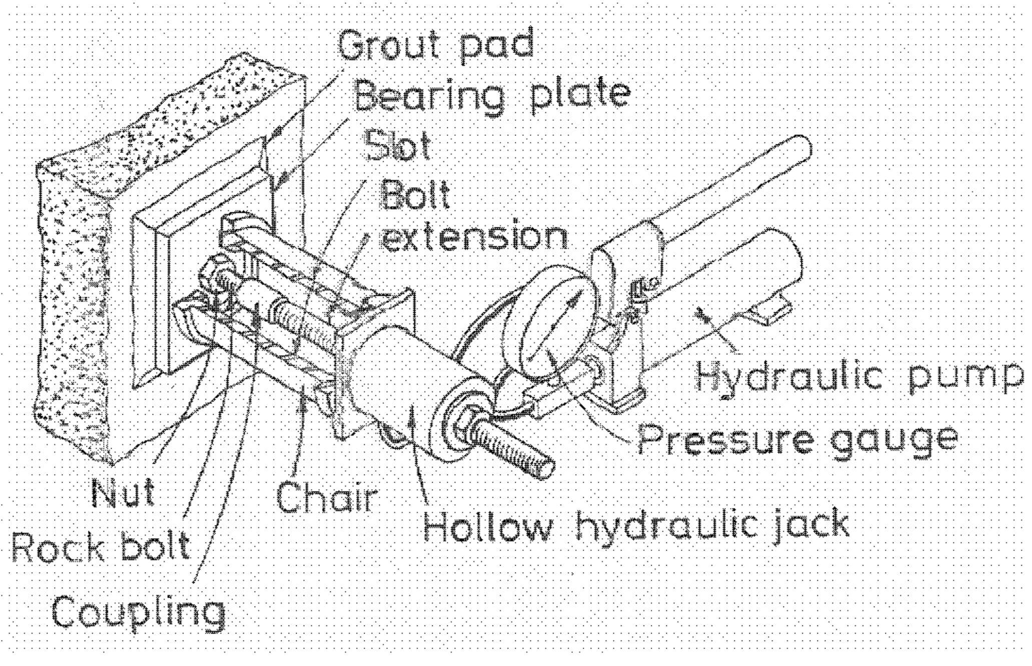
تفاصيل رأس الشداد – شكل (٢٢) .



شكل (٢٢)

تفاصيل البلته والخوابير – رأس الشداد

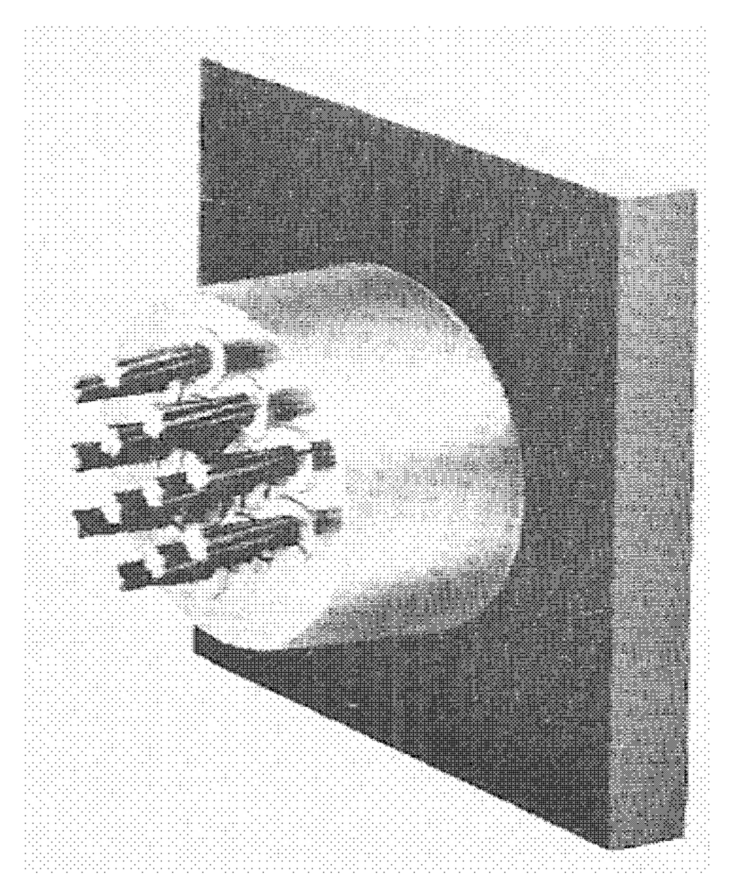
تفاصيل كوريك شد الكابلات – شكل (٢٣) .



شكل (٢٣) .

تفاصيل كوريك شد الكابلات

تفاصيل رأس الشداد و الكابلات وخوابير الكابلات والبلته – شكل (٢٤) .



شكل (٢٤)

تفاصيل رأس الشداد

طريقة التنفيذ لأحد المشروعات بجمهورية مصر العربية

مشروع محطة رفع رئيسية – بهتيم – شبرا الخيمة – قليوبية :

العمق ١٧ متر – الأبعاد ٢٥م × ٤٠م . المحطة محاطة بستائر معدنية وتم تنفيذ الشدادات الخلفية للستائر المذكورة لصلب جوانب الحفر ومقاومة ضغط التربة و ضغط المياه علي هذا العمق .

١ – يتم تنفيذ الحائط الساند سواء من خوازيق متماسة أو من ستائر معدنية حول المحطة . نبدأ الحفر في داخل المحطة حتي نصل الي منسوب صف الشدادات الأول المحدد بالتصميم علي عمق ٢ متر .

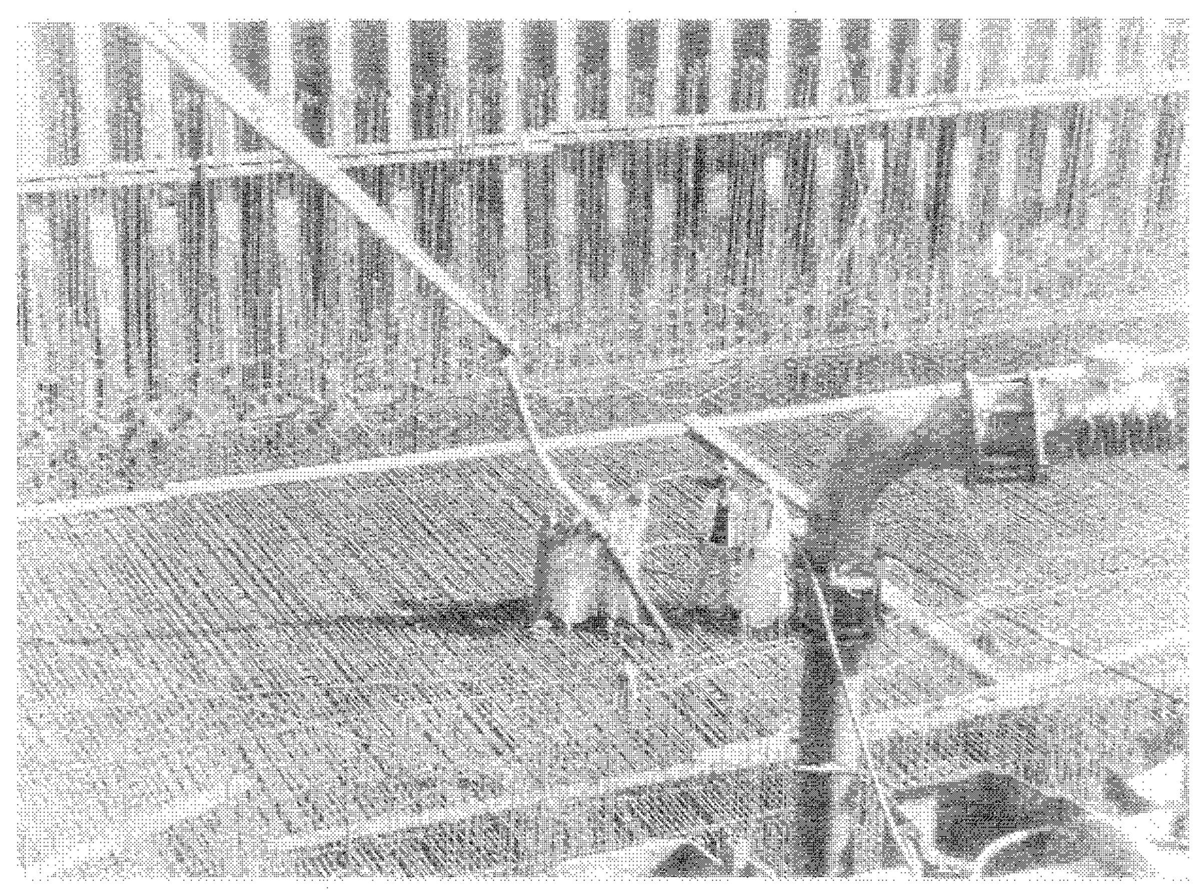
٢ – تحديد نوع الشداد : هل هو شداد مؤقت أم شداد دائم . الشداد الدائم يظل بعمر المنشأ وله طريقة تنفيذ خاصة و أشتراطات خاصة ، أما الشداد المؤقت فأنه يعمل لفترة محددة هي زمن المشروع ثم يتم الأستغناء عنه.

٣ – تبدأ ماكينة التخريم في عمل ثقوب الشدادات بالقطر و الميل و الطول المطلوب ، و الذي تم تحديدهم في التصميم وعلي عمق ٢ متر ، المسافة الأفقية بين الشدادات وبعضها = ٤ متر .

٤ – يتم تنفيذ صف الشدادات الأول (في المستوي الأفقي) وعلي مسافات محددة في التصميم في المستوي الأفقي وعلي عمق ٢ متر من سطح الأرض .

٥ – بعد أنتهاء تنفيذ صف الشدادات الأول بالكامل ، نبدأ أعمال الحفر من منسوب صف الشدادت الأول الي منسوب صف الشدادات الثاني – عمق ٦ متر من سطح الأرض . نجري عملية تنفيذ الصف الثاني من الشدادات وهكذا بالنسبة للصف الثالث والرابع .

٦ – يستكمل الحفر حتي منسوب التأسيس ويتوالي تنفيذ المحطة – شكل (٢٥) .



Bahteem Main Pumping Station - Pouring of concrete for the lower slab

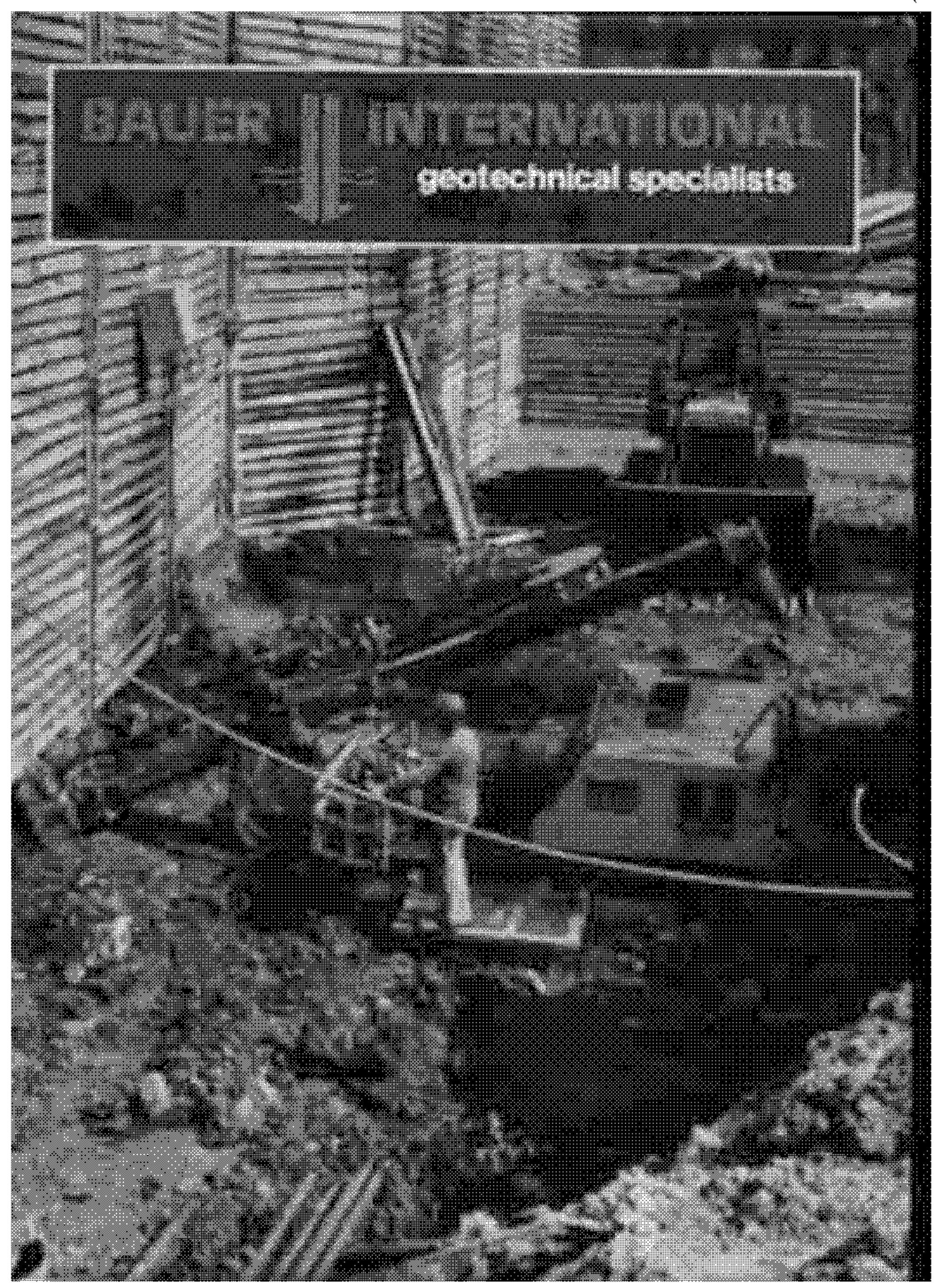
محطة الرفع الرئيسية ببهتيم - صب الأرضية

شكل (٢٥)

محطة الرفع الرئيسية في بهتيم (طاقتها ٨٨٠٠٠٠ متر مكعب / يوم) – صلب جوانب الحفر بالستائر المعدنية بشدادات خلفية – المواسير الظاهرة هي مواسير لآبار عميقة لتخفيض المياه الجوفية

تطبيقات علي مشروعات تحت الأنشاء :

شكل (٢٦) .



شكل (٢٦)

تطبيقات للشدادات – بناء حائط خشبي بنظام الشدات المختلطة والشدادات الخلفية – جمهورية ألمانيا

المراجع

١. معهد شركة المقاولون العرب .

٢. هندسة التشييد لمرافق المياه والصرف الصحي م / محمود حسين المصيلحي .

٣. كتالوجات شركة المقاولون العرب .

٤. معهد التدريب الفني والمهني – شركة المقاولون العرب .

٥. كتالوجات شركة ليفت سلاب مصر .

٦. الكود المصري لتصميم وتنفيذ المنشآت الخرسانية .

٧. ندوة أعمال الخرسانة سابقة الأجهاد – معهد التدريب الفني والمهني لشركة المقاولون العرب .

٨. **Design And Construction Of Ground Anchors T.H.HANNA**